

I. *Ueber die Zusammensetzung des Turmalins, verglichen mit derjenigen des Glimmers und Feldspaths, und über die Ursache der Isomorphie ungleichartiger Verbindungen;*  
*von Carl Rammelsberg.*

---

Historische Einleitung.

Es ist eine ausgemachte Thatsache, daß ungeachtet der werthvollsten Arbeiten in der Mineralogie und Chemie das Band noch fehlt, welches Form und Zusammensetzung mit einander verknüpft. Die Erfahrungen haben immermehr gezeigt, daß das innere Wesen der Isomorphie nicht nothwendig und nicht in allen Fällen auf einer analogen Gruppierung der Elemente beruhen kann, neue Vorstellungen — wie die Atomvolumen und die Heteromerie — sind deshalb zur Hülfe genommen worden, ohne indessen bis zu diesem Augenblick eine allgemeine Ueberzeugung hervorzurufen.

Unter den Mineralien sind es offenbar die Silicate, und unter diesen die zusammengesetzteren, welche in jener Beziehung große Schwierigkeiten darbieten. Wir besitzen zahlreiche und gewiß genaue Analysen von Feldspatharten, von Glimmern, von Augiten und Hornblenden, und müssen uns dennoch aufrichtig gestehen, daß wir weder für Feldspath, noch für Glimmer, Augit oder Hornblende einen sicher verbürgten, allgemein passenden Ausdruck der chemischen Zusammensetzung angeben können. So groß die Aehnlichkeit in den physikalischen Merkmalen bei den einzelnen Gliedern dieser Gattungen ist, und so leicht es fällt, in dieser Hinsicht das Zusammengehörige zu vereinigen,

gen, so groß sind die Abweichungen in der Zusammensetzung bei Gliedern der nämlichen Gattung. Und diese Gattungen gehören durch ihre große Verbreitung, durch den Antheil, den sie an der Bildung der Gesteine nehmen, zu den wichtigsten unter allen Mineralien. Denn ein und derselbe Typus der geometrischen Form, kaum mehr differirend, als es bei isomorphen Körpern gewöhnlich ist, große Aehnlichkeit in ihrem ganzen physikalischen Verhalten vereinigt alle die Substanzen, welche wir im Allgemeinen *Feldspath* nennen, und es war fast nur der Chemiker, der eine Trennung derselben für nothwendig erachtete, als er fand,\* daß die einzelnen Glieder: Orthoklas und Albit, Oligoklas, Labrador und Anorthit, nicht etwa durch Vertretung einzelner Bestandtheile als isomorphe betrachtet werden dürften, sondern eine stöchiometrisch verschiedene Zusammensetzung haben, insofern zwar die Aequivalente der stärkeren Basen (der Alkalien und der Kalkerde) und der schwächeren (der Thonerde) bei allen unveränderlich  $= 1 : 1$  sind, die der Kieselsäure aber in dem Verhältniß von  $4 : 6 : 9 : 12$  sich ändern. Noch übler steht es beim *Glimmer*, dessen Varietäten scheinbar regellos zusammengesetzt sind, ja wo optische und chemische Eigenschaften sich selbst widersprechen. Können auch viele *Augite* und *Hornblenden* auf einfache Ausdrücke zurückgeführt werden, so legen die thonerdehaltigen große Hindernisse in den Weg, und die zur Beseitigung derselben und zur Lösung der Frage, ob beide Mineralien zusammenfallen, aufgestellten Ansichten erfreuen sich keinesweges der allgemeinen Anerkennung.

Es ist ein großer Irrthum, wenn man glaubt, die chemische Kenntniß der Mineralien sey ein abgeschlossenes, nur hie und da zu erweiterndes Gebiet, sie zeigt im Gegentheil in nicht geringerem Grade jere Lückenhaftigkeit, welche allen Theilen der Chemie eigen ist, und die zu unausgesetzten Forschungen antreibt, um durch Feststellung der Thatsachen, so wie durch glückliche Combinationen die vielfachen Räthsel zu lösen.

Von der Absicht geleitet, in diesem Gebiete, wenn auch vorerst nur in seinem empirischen Theile, brauchbares Material zu liefern, habe ich mich einige Jahre unausgesetzt mit der chemischen Untersuchung eines einzelnen Minerals beschäftigt, dessen Verhältnisse noch mehr als die der genannten, unklar waren. Ich wählte den *Turmalin*, bei welchem das Mangelhafte in dem bisherigen Stande der Kenntniss von seiner Zusammensetzung nicht blofs in den Variationen derselben, sondern auch in den Schwierigkeiten zu suchen ist, welche seine Analyse darbietet, und die sich auf die theoretische Deutung der Resultate überträgt. Denn es giebt Turmaline, welche 13 bis 14 verschiedene Bestandtheile enthalten, und 10 bis 11 ist die herrschende und gewöhnliche Zahl. Unter diesen Bestandtheilen sind einige, deren Abscheidung und Bestimmung mit den grössten Schwierigkeiten verknüpft ist, wie z. B. Fluor, Borsäure, die beiden Oxyde des Eisens und Mangans, die gleichzeitig vorhandenen drei Alkalien. Hier mufs das Bewufstseyn genügen, die besten Methoden gewissenhaft benutzt zu haben. Aber schon deshalb schien es gleich Anfangs erforderlich, nicht blofs einige Repräsentanten zu untersuchen, die im Aeufseren verschieden sind, sondern selbst ähnliche Varietäten in gröfserer Anzahl zu analysiren, damit durch Vergröfserung der Data die Unsicherheiten, welche die analytische Methode mit sich führt, möglichst beseitigt würden. Ich würde indessen der vorliegenden Arbeit doch nicht die ungewöhnliche Ausdehnung gegeben, und eine so lange Zeit sehr mühsamen und ermüdenden Versuchen zugewandt haben, wenn sich nicht sehr bald ergeben hätte, dafs die Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Turmaline sich nicht aus isomorphen Substitutionen erklären läfst, sondern dafs hier ähnliche Verhältnisse wie bei den Feldspäthen, unter einer noch viel gleichartigeren äufseren Hülle verborgen sind.

Es war mein Plan, alle möglicherweise zu erlangenden Turmalinabänderungen, deren Beschaffenheit nicht eine begonnene Umwandlung verriethe, gleichförmig und möglichst

genau zu analysiren, und die Resultate mit den physikalischen Eigenschaften zu vergleichen. So ist die Zahl der Varietäten auf *dreissig* gestiegen, die Zahl der Analysen auf mehr als hundert, so daß auf jede Varietät drei bis vier sich gegenseitig ergänzende Versuchsreihen kommen. Diese bisjetzt niemals durchgeführte Vervielfältigung wird sich, wie ich hoffe, bei der Prüfung des Resultats durchaus nicht als unnütz ergeben.

Nur durch die bereitwilligste Mittheilung des zahlreichen und zum Theil sehr seltenen Materials war es möglich, der Arbeit jenen Umfang zu geben. Ich muß hier vor Allem erwähnen, daß das K. Mineralienkabinet der Berliner Universität aus seinen reichhaltigen Sammlungen mir Vieles darbot. Hr. Prof. B. Silliman jun. in Newhaven, Connecticut, sandte mir eine Reihe nordamerikanischer Vorkommnisse; Hr. Bergrath und Prof. Haidinger in Wien erfreute mich durch zahlreiche Exemplare des K. K. montanistischen Museums. Hrn. Dr. Tamnau in Berlin, Hrn. Dr. Bader in Wien und Hrn. Mineralienhändler Kranz verdanke ich zum Theil sehr seltene Abänderungen.

Die ersten Analysen des Turmalins rühren von Vauquelin und von Klaproth her. Etwas später beschäftigte sich Bucholz mit demselben Gegenstande. Aber erst im J. 1818 fanden Lampadius und Vogel die Borsäure im Turmalin auf, Arfvedson und Gruner (1820) das Lithion, und den größten Fleiß verwandte C. Gmelin auf dieses Mineral, so daß seine Analysen (in den Jahren 1815 bis 1827 angestellt) bisjetzt die wichtigsten geblieben sind. Von Du Menil und Le Play rühren einzelne Angaben her.

Alle diese Arbeiten (etwa 17 an der Zahl) waren aber im höchsten Grade unbefriedigend. In Folge des unvollkommenen Zustandes der analytischen Chemie zeigen selbst die zuverlässigsten große Differenzen und Verluste. So fehlen in Gruner's und Arfvedson's Analysen 4 Proc.; C. Gmelin verlor beim Turmalin von Bovey Tracy und



von Grönland  $3\frac{1}{2}$ , ja bei dem vom St. Gotthardt selbst mehr als 9 Proc., ohne diesen Verlust erklären zu können, so dafs es hiernach durchaus nicht möglich war, auch nur im entferntesten eine den chemischen Proportionen gemäfsse Deutung zu versuchen <sup>1</sup>).

Erst vor fünf Jahren publicirte Hermann in Moskau eine Arbeit über die Zusammensetzung der Turmaline <sup>2</sup>), welche den Zustand unserer Kenntnisse von diesem Mineral sehr zu verändern schien. Denn sie lehrte nicht blofs, dafs beide Oxyde des Eisens in den Turmalinen vorkommen, und gab eine Methode an, deren relative Menge zu bestimmen, sondern ihr Verfasser behauptete zugleich die Gegenwart von Kohlensäure in fast allen Turmalinen (gleichwie im Epidot und Vesuvian), während er die des Fluors entschieden läugnet. Auf Grund der Analyse von fünf Varietäten von verschiedener Färbung, (des schwarzen von Gornoschit bei Katharinenburg, des braunen von Mursinsk, des grünen von der Totschilnaja Gora, des rothen von Sarapulsk und des farblosen von Elba) hat Hermann geglaubt, alle Turmaline in drei durch optische und chemische Eigenschaften unterschiedene Gruppen bringen zu können, die er Schörl, Achroit und Rubellit nannte, und da die stöchiometrischen Verhältnisse sehr abweichend waren, so stellte er den Satz auf, dafs Verbindungen von ungleicher Constitution dieselbe Form haben, durch gegenseitige Verbindung zahlreiche Varietäten bei einem Mineral liefern können, und nannte solche Verbindungen *heteromere*. Gleichzeitig suchte er die Ansicht zu vertheidigen, dafs Kieselsäure und Borsäure nur 2 At. Sauerstoff enthalten, und dafs die Kohlensäure sie vertreten könne.

So durchaus neue und unerwartete Ansichten müssen nothwendig zu einer schärferen Prüfung auffordern, und wenn wir auch alles Theoretische erst bei Zusammenstellung unserer Resultate beleuchten wollen, können wir doch nicht umhin, schon hier darauf aufmerksam zu machen, wie sehr

1) Vgl. mein Handwörterbuch des chem. Th. der Min. II. S. 243.

2) Journ. f. pract. Chem. Bd. 35, S. 232.

gewagt es ist, aus der Untersuchung von nur fünf Varietäten, von denen vier in einem engen Bezirk vorkommen, drei verschiedene Formeln für ein Mineral abzuleiten, und eine Eintheilung für alle Varietäten desselben darauf zu gründen. Außerdem sey hier im Voraus bemerkt, daß ich unter meinen dreißig Turmalinen keinen einzigen kohlen-säurehaltigen gefunden habe, daß ich dagegen das *Fluor*, welches Hermann läugnet, direct nachgewiesen, und *Phosphorsäure* in vielen Fällen aufgefunden habe.

Auch gegen Hermann's analytische Methoden dürften sich Einwände erheben lassen. Die Methode, für die Alkalibestimmungen das Mineral mittelst Flußspath und Schwefelsäure zu zersetzen, würde er gewiß nicht gewählt haben, wenn ihm die leichte Zerlegbarkeit des *geglühten* Turmalins durch reine Fluorwasserstoffsäure bekannt gewesen wäre. Er fand stets nur Spuren von Kali, ich habe von diesem Alkali immer sehr wohl bestimmbare Mengen erhalten. Endlich bestimmte er das Lithion als phosphorsaures Natron-Doppelsalz, eine Methode, die nach meinen Erfahrungen<sup>1)</sup> ganz unrichtige Resultate geben kann, die wieder auf die durch Differenz gefundene Menge der Borsäure von Einfluß sind.

#### Methode der Analyse.

Immer ist es zur Beurtheilung von analytischen Resultaten nothwendig, die Art und Weise der Bestimmung der Bestandtheile zu kennen, besonders wenn diese zahlreich und schwer zu trennen sind. Freilich wird das Ergebniss bei aller Gleichförmigkeit der äußeren Arbeit nicht in gleichem Grade richtig ausfallen, da es zum Theil von Zufälligkeiten abhängt, und man bei steter Wiederholung immer mehr Uebung erlangt, das Spätere mithin das Frühere an Zuverlässigkeit übertrifft.

Auf die *Beschaffenheit* des Materials wurde immer die größte Aufmerksamkeit verwendet, und ist sie im Nachfolgenden für jede Varietät speciell angegeben. Eine sorg-

1) Poggend. Ann. Bd. 66, S. 86.

fältige Trennung von der Masse heibrechender Mineralien oder des Gesteins ist oft sehr schwierig und mühsam, dennoch unerlässlich, wenn die Analyse Werth haben soll, um so mehr, als Niemand außer dem Analytiker selbst darüber urtheilen kann. Hat man schon auf Rechnung unvollkommener Reinheit manche Differenzen bei Mineralanalysen zu setzen, so ist dieß vielleicht noch öfter wegen des veränderten theilweise umgewandelten Zustandes vieler Mineralien zu thun, wie in neuester Zeit von G. Bischof mit vollem Recht behauptet wurde, und da ist es freilich oft sehr schwer, zu unterscheiden, ob der ursprüngliche Zustand des Minerals noch vorhanden sey. Denn die äußere Form, selbst Glanz und Spaltbarkeit können, wie die Erfahrung gezeigt hat, bleiben oder doch nur unmerklich sich ändern, und es bedarf großer Aufmerksamkeit auf Härte, Beschaffenheit der inneren Masse, Wassergehalt u. s. w., um bisweilen ein in partieller Umwandlung begriffenes Mineral als solches zu erkennen.

Ich habe mich bemüht, nur solche Turmaline zu untersuchen, die frisch und unverändert erscheinen, will aber natürlich nicht behaupten, daß sie alle es in gleichem Grade gewesen seyen. Die jeder Abänderung beigegebene Charakteristik dürfte zu einem Urtheil hierüber Anlaß geben können. Deshalb mußte ich aber auch einige sehr schön krystallisirte Abänderungen, wie z. B. die von Kåringbricka in Schweden, und vom Hörlberg in Baiern ausschließen, deren Masse sichtlich eine Veränderung erlitten hat. Nur der rothe von Lepidolith begleitete Turmalin von Rozena, der gleichfalls unzweifelhaft verändert ist, macht den Beschluß in der Reihe der aufzuführenden Analysen.

Die Bestimmung des specifischen Gewichts hatte für die vorliegende Arbeit große Wichtigkeit. Sie geschah, indem eine unbestimmte Menge des groben Pulvers, von dem das feine sorgfältig abgesiebt worden, in einem Platinschälchen mit Wasser gekocht wurde, worauf alle staubigen Partikel durch mehrfaches Eintauchen des Schälchens in Wasser sich leicht fortschlänmen lassen. An Platindrähten auf-

gehängt, wurde hierauf das Ganze in Wasser gewogen, und zuletzt das absolute Gewicht der Probe durch Verdampfen des Wassers im Schälchen und Trocknen des Pulvers in gelinder Wärme bestimmt.

Das Löthrohrverhalten, welches gleichfalls in gewisser Hinsicht für die einzelnen Varietäten bezeichnend ist, wurde durch Erhitzen dünner Splitter in der Plantinzange ermittelt.

Da sämmtliche Bestandtheile der Turmaline nicht in einer und derselben Probe sich bestimmen lassen; so ist die vollständige Analyse nothwendig das Resultat der Combination mehrerer Proben, die ich im Folgenden näher angeben will.

1. *Das Glühen mit kohlensaurem Alkali.* Das feingepulverte und durch Erhitzen fast bis zum Glühen getrocknete Pulver wurde mit der dreifachen bis vierfachen Menge von kohlensaurem Natron allein oder von einem Gemenge desselben mit kohlensaurem Kali (beide durch Erhitzen von Bicarbonat bereitet) innig gemischt, und über einer größeren Weingeistlampe mit Hülfe des von Plattner eingeführten Gebläses eine halbe Stunde lebhaft geglüht. Die Masse war zuweilen geschmolzen, zuweilen stark gesintert, stets aber vollständig zersetzt. Sehr häufig löste sie sich in verdünnter Chlorwasserstoffsäure ohne alle Abscheidung von Kieselsäure auf. Nach dem Abdampfen in einer Platinschale, Befeuchten mit etwas Säure, und Zusatz von Wasser wurde die Kieselsäure abfiltrirt, geglüht und gewogen, die Flüssigkeit aber mit zweifach kohlensaurem Kali gefällt, und aus dem Filtrat Kalkerde, (Mangan) und Talkerde auf gewöhnliche Art abgeschieden. Den Niederschlag kochte man zweimal mit reiner Kalialösung, fällte die Thonerde durch Chlorwasserstoffsäure und kohlensaures Ammoniak, wusch sie mit heißem Wasser, und bestimmte nach dem Trocknen und Glühen ihr Gewicht. Bei dem Reichthum der Turmaline an dieser Erde ist es kaum möglich, den voluminösen Niederschlag vollständig auszuwaschen. Deshalb wurde er nach dem Glühen nochmals mit Wasser

gewaschen. Dieß reagirte dann oft alkalisch, enthielt kohlenaures Kali, und noch etwas Thonerde, die man dadurch gewann, daß man es mit Säure sättigte, abdampfte, und nach dem Wiederauflösen mit Ammoniak fällte. Die Thonerde wurde von neuem gewogen, und dann mit gleichen Theilen Wasser und concentrirter Schwefelsäure in einem geräumigen Platintiegel erhitzt. Durch Wasser löste sich dann Alles bis auf etwas Kieselsäure auf, deren Gewicht bestimmt wurde <sup>1)</sup>

Das in Kali Unlösliche löste man in Chlorwasserstoffsäure auf, neutralisirte die Auflösung mit Ammoniak, bis sie gelbroth erschien, setzte essigsaures Natron bis zur dunklen Färbung, und dann bernsteinsaures Ammoniak hinzu, worauf das Ganze im Sandbade erhitzt wurde, bis sich das bernsteinsaure Eisenoxyd vollständig abgeschieden hatte, welches man nach dem Erkalten auf ein Filtrum brachte, zuerst mit kaltem Wasser, dann mit Ammoniak und heissem Wasser auswusch. Zuweilen geschah die Neutralisation durch kohlenaures Natron, und die Fällung des Eisens durch bernsteinsaures Natron. Zu dem Filtrat wurde dann Ammoniak gesetzt, hierauf Oxalsäure, um die Talkerde zu fällen, die zuweilen Mangan enthielt, weshalb der schwach geglühte Niederschlag mit kalter sehr verdünnter Salpetersäure digerirt wurde. Bei größerem Mangangehalt wurde zur Abscheidung des letzteren Ammoniumsulfhydrat und starke Digerirwärme benutzt. Die Talkerde endlich bestimmte man mittelst phosphorsauren Natrons.

Bei den eisenfreien Turmalinen wurde das in Kali Unlösliche in Chlorwasserstoffsäure gelöst, mit Ammoniak und Ammoniumsulfhydrat ausgefällt, und dann auf beide Erden untersucht.

Zur Bestimmung der Alkalien wendet man sonst mit großem Vortheil reine *Fluorwasserstoffsäure* an. Aber schon Hermann bemerkt, daß dieselbe den Turmalin nur schwie-

1) Die Anwendung der Schwefelsäure ist viel bequemer als die der Chlorwasserstoffsäure, in der die geglühte Thonerde sehr langsam auflöslich ist.

rig angreife." Ich habe gefunden, daß von *fein geschlämtem* Turmalinpulver nur 40 Proc. zersetzt wurden. Da man nicht wissen kann, ob das Unzersetzte die Natur des Minerals hat, so kann diese Methode ohne Weiteres beim Turmalin nicht benutzt werden. Ich wählte daher in der ersten Zeit meiner hierher gehörigen Untersuchungen, ehe ich wußte, daß der Turmalin nach starkem Glühen sich wie andere Silicate durch Fluorwasserstoffsäure zerlegen läßt, kohlensauen Baryt zum Aufschließen, und Fluorwasserstoffsäure zur nachherigen Entfernung der Borsäure.

2. *Zersetzung durch kohlensauen Baryt und Fluorwasserstoffsäure.* Das feingeschlämmte Pulver wurde mit der 4—6 fachen Menge kohlensauen Baryts stark geglüht, die Masse wie gewöhnlich behandelt, und die Kieselsäure abgeschieden. Da kein Schmelzen eintritt, so ist man von ihrer Reinheit niemals überzeugt. In der That löst sie sich in einer kochenden concentrirten Solution von kohlensaurem Natron niemals ganz auf, und es ist auch nicht richtig, das Unlösliche, welches oft etwas schwefelsauen Baryt enthält, für unzersetztes Mineral zu erklären, da es reicher an Kieselsäure ist. Nach Abscheidung des Baryts durch Schwefelsäure wurden Thonerde, Eisen etc. durch Ammoniak gefällt, das Filtrat abgedampft, der Rest zu Verflüchtigung der Ammoniaksalze erhitzt, und dann mit Fluorwasserstoff- und Schwefelsäure behandelt, um die Borsäure zu entfernen, worauf die Talkerde von den Alkalien getrennt wurde. Wie schon bemerkt, wurde diese umständliche Methode nur im Anfange meiner Untersuchungen benutzt.

3. *Zersetzung des geglühten Turmalins durch Fluorwasserstoffsäure.* Nur wenn man das Mineral einer starken Glühhitze (im Ofen bei Coaksfeuer) ausgesetzt hat, wobei die weiterhin zu beschreibende Entwicklung von Fluorverbindungen erfolgt, und der Turmalin entweder zu einer Art Bimsstein schmilzt, oder (wie die eisenfreien d. h. die rothen Abänderungen) porcellanartig wird, läßt sich das feine Pulver durch Fluorwasserstoffsäure zersetzen. Es wurde in einer Platinschale mit Wasser übergossen, und

in das Gemenge die gasförmige Säure 5—6 Stunden hineingeleitet; nach 12 stündigem Stehen dampfte man im Wasserbade fast bis zur Trockne ab, setzte Schwefelsäure hinzu, und erhitze später über der Lampe bis zum schwachen Glühen der Schale. Durch Erhitzen mit Chlorwasserstoffsäure und Wasser löste sich die Masse dann gewöhnlich bis auf einen kleinen Rückstand, der aber niemals unzersetzter Turmalin war. Beim Glühen verbreitete er den Geruch von Fluorwasserstoffsäure, und mußte mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen werden. In Wasser löste sich die Masse nun fast immer klar auf, und Ammoniak schlug dann Thonerde nieder. Es ist vielleicht ein basisches Fluoraluminium, welches von Säuren schwer angegriffen wird.

Aus der Auflösung der Basen des Turmalins fällte man zuerst durch Ammoniak Thonerde, Eisenoxyd etc. aus, und setzte zum Filtrat eine abgewogene Menge einer Oxalsäureauflösung, deren Gehalt bestimmt war. Die Oxalsäure selbst enthielt etwas Kali, und zwar in Folge besonderer Versuche so viel, daß 1 Grm. der Auflösung, welcher 0,0625 der krystallisirten Säure entsprach, 0,0002375 Kali enthielt, welches bei der Kalibestimmung abgezogen werden mußte. Das Filtrat vom oxalsauren Kalk dampfte man zur Trockne ein, erhitze den Rest zur Verflüchtigung der Ammoniaksalze, und kochte ihn eine Zeit mit Barytwasser, wodurch Talkerde (und Mangan) abgeschieden wurde. Nach Entfernung des Baryts durch reines und kohlen-saures Ammoniak wurde die Auflösung der Alkalien abgedampft, mit Chlorwasserstoffsäure erhitze, und die Chloride gewogen. Dann wurde das Kali durch Platinchlorid bestimmt, das platinhaltige alkoholische Filtrat mit Salmiak gefällt, filtrirt, abgedampft und geglüht. Blieb reines Chlornatrium übrig, so konnte dieß durch Auflösen und Verdampfen der Lösung, Umwandlung in schwefelsaures Salz, Färbung der Alkoholflamme etc. direct erkannt werden. War es aber mit Chlorlithium gemengt, in welchem Fall es schnell feucht wurde, so übergoss man die trocknen Chloride mit einem



Gemenge von 1 Vol. absolutem Alkohol und 2 Vol. Aether, liefs das Ganze einige Tage unter häufigem Schütteln stehen, und filtrirte auf ein gewogenes Filtrum das ungelöst bleibende Chlornatrium, dessen Gewicht sich ergab, wenn das Filtrum nach dem Trocknen und Wägen mit saurem Wasser gewaschen wurde, wobei etwas Platin darauf blieb. Die Natronlösung wurde stets auf Thonerde, Kalk- und Talkerde gegläht, und besonders letztere darin gefunden, alle aber ihrer Menge nach bestimmt.

4. *Bestimmung der relativen Menge von Eisenoxyd und Oxydul.* Ohne den Oxydations-Zustand des Eisens zu kennen, läst sich beim Turmalin, wie in so vielen anderen Fällen, an die Berechnung einer Formel gar nicht denken, und doch ist eine solche Bestimmung sehr schwer, ja in aller Strenge für jetzt nicht möglich. Die von Forchhammer vorgeschlagene Methode, solche durch Säuren unzersetzbare Silicate in einer Platinretorte mit einer Mischung von Fluor- und Chlorwasserstoff- und Schwefelsäure zu kochen, und die Masse in eine Auflösung von Goldchlorid zu schütten, giebt, wie ich mich überzeugt habe, ganz unrichtige Resultate, da sich bei Einwirkung der Schwefelsäure auf Eisenoxydulsalze in der Hitze immer Eisenoxyd bildet; auch hätte sie auf den Turmalin keine Anwendung deshalb finden können, weil derselbe erst nach dem Glühen von Fluorwasserstoffsäure zersetzt wird, dann aber der Oxydationszustand des Eisens wohl nicht mehr der ursprüngliche ist.

Chenevix wandte zuerst *Borax* zum Aufschliessen von Silicaten an, und Graf Schaffgotsch hat ihn in neuerer Zeit zur Analyse von kohlensauen, oxalsauen und salpetersauen Salzen empfohlen. Auch Hermann bediente sich seiner bei Untersuchung des Boraxglases, um Eisenoxyd und Oxydul zu bestimmen, und es ist dieß wirklich noch die beste Methode. Man mengt das Mineralpulver mit der 4—6 fachen Menge des gepulverten Boraxglases, indem man einen Theil davon als Decke anwendet, setzt den Platintiegel bedeckt in eine Platinretorte auf eine Unterlage

von kohlensaurer Talkerde (Magnesit), fügt ein Gasentwicklungsrohr an, welches ein wenig in Wasser taucht, und erhitzt über der Lampe mit Gebläse langsam bis zum starken Glühen, welches man eine halbe Stunde unterhält. Nach dem Erkalten wird der Tiegel gewogen, ein Theil des gut geflossenen Glases grob gepulvert, mit ausgekochtem Wasser und Chlorwasserstoffsäure in einem mit Kohlensäure gefüllten Kolben aufgelöst, und, mit Goldchlorid versetzt, einige Tage verschlossen hingestellt. Das mit Kieselsäure gemengte Gold digerirt man nach dem Wägen mit Königswasser, und bestimmt das Ungelöste. Ein anderer Theil des Glases wird auf ähnliche Art aufgelöst, und nach der Methode von Fuchs mit Kupferblechstreifen gekocht, um das Eisenoxyd zu bestimmen.

Da die Oxydulbestimmung mir genauer zu seyn scheint, so wurde diese vorzugsweise in Anwendung gebracht. Die Kupferprobe giebt oft bei Wiederholungen ziemlich abweichende Resultate, deren Grund man nicht einsieht.

Um die Methode zu prüfen, habe ich ein Silicat gewählt, welches beide Oxyde des Eisens enthält, und das durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbar ist. Der *Liecit* von Elba enthält nach v. Kobell's und meinen Versuchen 31 bis 34 Proc. Eisenoxydul, nach der Formel 33 Proc. 1,098 Grm., auf die erwähnte Art behandelt, gaben 0,2685 Gold, entsprechend 0,29535 Eisenoxydul oder 27 Proc. Es wurde also weniger erhalten, und dies macht auf die ganze Eisenoxydulmenge  $\frac{2}{11}$  oder 18 Proc. aus. Wenn man nun in anderen Fällen der Wahrheit näher kommt, so glaube ich doch, daß man auf diese Art immer einen zu kleinen Gehalt an Eisenoxydul finden wird. Da die Turmaline aber viel weniger Eisen überhaupt enthalten, oft nur 4 bis 6, oder 12, seltener 18 Proc. in der Form von Oxyd, so hat der Fehler keinen sehr großen Einfluß, wenn er auch den Sauerstoff der Basen R vermindert. Der oben mitgetheilte Versuch würde z. B. bei 5 Proc. Eisenoxydul ein Minus von ungefähr 1 Proc. = 0,22 Sauerstoff herbeiführen.

5. *Bestimmung der Phosphorsäure.* Seit Svanberg und Struve im molybdänsauren Ammoniak ein vortreffliches Mittel, kleine Mengen Phosphorsäure zu finden, kennen gelehrt haben, ist es nicht schwer, diese Säure in sehr vielen Mineralien nachzuweisen. Diefes gelingt auch beim Turmalin, wenn man die bei der Analyse erhaltene Thonerde darauf untersucht. In der Regel sind es freilich nur Spuren, zuweilen aber wägbare Mengen. Ich habe dann die Auflösung der Thonerde mit Weinsteinsäure, Ammoniak und einem Talkerdesalz versetzt, und die Quantität der phosphorsauren Talkerde nach dem Glühen bestimmt.

6. *Prüfung auf einen Gehalt an Kohlensäure.* Wie schon bemerkt, will Hermann in den meisten Turmalinen Kohlensäure gefunden haben, und zwar  $1\frac{1}{2}$  bis  $2\frac{1}{2}$  Proc. Nur mancher rothe Turmalin enthielt sie nicht. Offenbar könnte die Kohlensäure, da sie sich durch stärkere Säuren nicht austreiben läßt, kein Resultat späterer Umwandlung der Turmalinmasse seyn. Hermann führt an, daß Splitter des Minerals in einer Boraxperle beim Erhitzen eine Gasentwicklung zeigen, die weder von Wasser noch von Fluorkiesel herrühre. Als er ausgesuchte Krystalle eines in Granit vorkommenden braunen Turmalins in einem Porcellanrohr sehr stark glühte, entstand bei der Temperatur, bei welcher das Mineral aufschwillt und schmilzt, plötzlich eine lebhafte, doch bald vorübergehende, Gasentwicklung; das Gas trübte Kalkwasser; der Niederschlag löste sich in Säuren mit Brausen auf, und Ammoniak erzeugte ihn nicht wieder. Er betrachtet demzufolge Kohlensäure als den Grund, weshalb die meisten Turmaline in starker Hitze sich so bedeutend aufblähen, und bestimmte ihre Menge einfach durch den dabei stattfindenden Gewichtsverlust, der demjenigen gleich ist, welcher beim Zusammenschmelzen mit Boraxglas sich zeigt.

Hiernach hat es in der That den Anschein, als sey die Kohlensäure in den Turmalinen durch entscheidende Versuche nachgewiesen, obwohl schon früher C. Gmelin durch

Glühen von Turmalinpulver mit Kupferoxyd keine Spur Kohlensäure bemerken konnte.

Ich habe mir viele Mühe gegeben, diese Angaben Hermann's zu prüfen, kann sie aber durchaus nicht bestätigen. *Kein einziger der von mir untersuchten Turmaline enthält eine Spur Kohlensäure.* Zwar ist es richtig, daß beim Schmelzen des Turmalins mit Borax, so wie bei heftigem Glühen des Minerals für sich ein Verlust durch das Entweichen flüchtiger Stoffe stattfindet, der von 1,8 bis fast 4 Proc. variirt. Allein er besteht nicht in Kohlensäure. Es wurde grobes Turmalinpulver in einem Porcellanrohr bei Coaksfeuer bis zum Schmelzen erhitzt, und weder in einem angefügten graduirten Rohr über Quecksilber ein merkliches Gasvolum erhalten, noch in Kalk- oder Barytwasser eine Trübung bemerkt; nur die in dem Apparat enthaltene Luft trat bei jenem Zeitpunkte lebhafter heraus.

Dagegen habe ich in allen darauf geprüften Turmalinen Fluor gefunden, welches die früheren Untersucher, gleich wie Hermann, übersehen haben, wiewohl es nicht schwer ist, sich von seiner Gegenwart zu überzeugen.

Glüht man nämlich ein Gemenge von Turmalinpulver und geschmolzenem Phosphorsalz auf einem in eine offene Glasröhre halb eingeschobenen Streifen Platinblech vor dem Löthrohr auf die bekannte Art, so wird das Glas merklich trübe und ein feuchtes Fernambukpapier gelb.

Wenn man Turmalin mit kohlensaurem Alkali schmilzt, die Masse auslaugt, die Flüssigkeit mit kohlensaurem Ammoniak digerirt, und dann, nach Uebersättigen mit Chlorwasserstoffsäure, mit Ammoniak und Chlorcalcium vermischt, so erhält man allerdings oft keinen Niederschlag. Allein dieß hat seinen natürlichen Grund theils in der Löslichkeit des Fluorcalciums in Ammoniaksalzen, theils in dem Gehalt der Turmaline an Fluorborverbindungen, welche, wie es scheint, durch das Schmelzen nicht oder nicht vollständig zerlegt werden. Denn ich habe mehrfach gesehen, daß der mit Wasser ausgelaugte Rückstand, nachdem er

in gelinder Wärme durch Chlorwasserstoffsäure zerlegt, und die Kieselsäure abgeschieden war, mit Ammoniak eine Thonerdefällung gab, die mit concentrirter Schwefelsäure deutliche Glasätzung hervorbringt. In manchen Turmalinen, z. B. dem rothen von Rozena, ist übrigens die Menge des Fluors so bedeutend, daß man durch Fällung mit Chlorcalcium, wenn man sich der Methode von H. Rose<sup>1)</sup> bedient, und Ammoniak ausschleift, ziemlich viel Fluorcalcium erhalten kann.

6. *Bestimmung des Fluors durch Glühen des Turmalins.* Wenn die Turmaline Fluor enthalten, so ist es klar, daß bei starkem Glühen Fluorkiesel oder Fluorbor oder beide entweichen. In der That, wenn man eine größere Menge (ich wandte den rothen Turmalin von Paris in Maine an) in einem Porcellanrohr stark glüht, so verändert er, wenn man die Hitze nicht auf einen gewissen Punkt steigert, sein Gewicht fast gar nicht. Dann aber erfolgt jene Abnahme, und man findet nach dem Erkalten des verschlossenen Rohrs an beiden Enden etwas von einer durch die Feuchtigkeit entstandenen stark sauren Flüssigkeit; spült man sie mittelst Wasser heraus, so schwimmen schillernde Blättchen von Kieselsäure darin. Mit kohlensaurem Natron schwach übersättigt und mit Chlorcalcium vermischt, giebt sie einen Niederschlag, der mit Schwefelsäure *glasätzende Dämpfe* liefert; Borsäure läßt sich nicht wahrnehmen. Es ist mithin erwiesen, *daß beim Glühen des Turmalins Fluorkiesel entweicht* und daß die Veränderung, welche der Turmalin dabei erleidet, das Aufschwellen insbesondere hierin seinen Grund hat. Wird aber alles Fluor auf diese Weise abgeschieden, und besteht der Gewichtsverlust nur aus Fluorkiesel? diese Fragen lassen sich nicht beantworten. Jenes möchte ich glauben, da Forchhammer auf gleiche Weise in der Hitze, wobei Roheisen schmilzt, das Fluor im Topas und Pyknit quantitativ bestimmt hat<sup>2)</sup>. Schon Klaproth

1) Pogg. Ann. Bd. 79, S. 112.

2) Journ. f. pract. Chem. Bd. 30, S. 400.

roth fand, daß der Topas beim Glühen 20 Proc. verliert. Forchhammer fand 23—23,5—24,8 Proc., und wenn man diesen Verlust als Fluorkiesel ansieht, so stimmt der so berechnete Gehalt von Fluor mit dem direct bestimmten überein. Der *Pyknit* verliert nach Klaproth 25 Proc. (=17,91 Fluor), während er nach Berzelius 16,24, nach Forchhammer 18,48 Proc. Fluor enthält. Daß aber die Temperatur hinreichend hoch seyn müsse, um alles Fluor auszutreiben, ergibt sich aus einem Versuche, wonach 4,8 Grm. *Pyknit*, die ich in doppelten Platintiegeln im Windofen zwischen Coaks glühte, nur 15 Proc., entsprechend 10,75 Proc. Fluor, verloren hatten.

Da der Turmalin nur ein wenig hygroskopische Feuchtigkeit enthält, und die zum Glühen bestimmten Proben vorher über der Lampe schwach geglüht, und dann erst gewogen wurden, so dürfte wenigstens Wasser nicht mit in jenem Gewichtsverlust enthalten seyn. Ich habe deshalb die Annahme gewagt, daß derselbe die Quantität des im Turmalin enthaltenen Fluors liefere, indem 100 Theile, als Fluorkiesel betrachtet, = 71,66 Fluor sind.

Dieser Fluorgehalt ist natürlich die Ursache, daß man bei der Analyse des Turmalins etwas zu wenig Kieselsäure erhält, weil beim Abdampfen der sauren Flüssigkeit Fluorkiesel fortgeht. Deshalb tritt auch bei der Bestimmung der Kieselsäure im geglühten Turmalin der Unterschied in dem Gehalt wenig oder gar nicht hervor, wie viele der später mitzutheilenden Analysen darthun, obwohl er, wenn durchs Glühen eine gewisse Menge Kiesel verflüchtigt ist, um eine entsprechende Größe sich vermindert zeigen sollte.

7. *Bestimmung der Borsäure.* Es wäre von großem Interesse gewesen, für die Analyse der Turmaline eine genaue Bestimmung der Borsäure vornehmen zu können. Ich habe mehrfache Versuche gemacht, sie durch Basen abzuscheiden, obwohl ganz vergeblich, da kein borsaures Salz unauflöslich oder unzersetzbar durch Wasser ist. Bei der Anwesenheit von Fluor wird die Abscheidung der Säure noch schwieriger.

Berzelius schlug vor, die nach dem Glühen des borsäurehaltigen Silicats mit kohlensaurem Alkali durch Wasser erhaltene Flüssigkeit mit Fluorwasserstoffsäure zu übersättigen, essigsames Kali und dann starken Alkohol hinzusetzen, und die Menge des niederfallenden Borfluorkaliums zu bestimmen. Ich habe diese Methode einigemal versucht, aber gefunden, daß sich mit diesem Salze auch Fluorkalium niederschlägt, und daß, wenn man mit Wasser auswäscht, eine stetige Gewichtsabnahme des Niederschlags eintritt, so daß es nur Zufall ist, wenn man ein richtiges Resultat erhält. Ein solches scheint der rothe Turmalin von Elba (s. weiter unten) gegeben zu haben.

Bei dem rothen Turmalin von Paris habe ich einen andern Weg versucht, nämlich die durch Auslaugen des mit Alkali geglühten Minerals mit Wasser erhaltene Flüssigkeit nach wiederholter Digestion mit kohlensaurem Ammoniak zur Trockne einzudampfen, und den Rest mit starker Schwefelsäure zu zersetzen. Heißer Alkohol löste dann die Borsäure auf, die mit Ammoniak gesättigt und abgedampft wurde. Aber obgleich ihre Quantität sehr gut der berechneten Menge entspricht, so dürfte dies noch nicht immer der Fall seyn, besonders wenn Fluor zugegen ist.

Die Borsäure mußte daher fast in allen Fällen aus dem Verlust berechnet werden.

In dem Folgenden sind nun die Resultate der Analysen mitgetheilt, nachdem die äußere Beschaffenheit jeder Abänderung, ihr specifisches Gewicht, Verhalten vor dem Löthrohr und im Windofen angeführt ist. Was das letztere betrifft, so wurden die Turmaline in Form ganz kleiner Stückchen oder groben Pulvers in einen Platintiegel gebracht, dieser in einen größeren, und dieser wiederum auf einer Unterlage von Talkerde in einen bedeckten hessischen Tiegel gestellt, den man im Windofen eine Stunde lang zwischen Coaks einer starken Glühhitze aussetzte.

Die analytischen Angaben sind mit Weglassung der Details sogleich in Procenten berechnet. Um aber bei etwai-



gen späteren Atomgewichtsänderungen die nöthigen Correctionen anbringen zu können, stelle ich hier die von mir gebrauchten Werthe zusammen:

Kieselsäure,  $\text{Si}$ , = 577,31; = 51,96 Proc. Sauerstoff.

Borsäure,  $\text{B}$ , = 436,2; = 68,78 Proc. Sauerstoff.

Fluor,  $\text{F}$ , = 233,8.

100 Fluorkiesel = 71,66 Fluor.

Thonerde,  $\text{Al}$ , = 642,33; = 46,7 Proc. Sauerstoff.

Eisenoxyd,  $\text{Fe}$ , = 1001,05; = 29,97 Proc. Sauerstoff.

Eisenoxydul,  $\text{Fe}$ , = 450,53; = 22,2 Proc. Sauerstoff.

100 Kupfer = 126,5 Eisenoxyd.

100 Gold = 109,94 Eisenoxydul.

Manganoxyd,  $\text{Mn}$ , = 991,77; = 30,25 Proc. Sauerstoff.

Manganoxydul,  $\text{Mn}$ , 445,89; = 22,43 Proc. Sauerstoff.

100  $\text{MnMn}$  = 93,04  $\text{Mn}$

= 103,48  $\text{Mn}$ .

Talkerde,  $\text{Mg}$ , = 254,5; = 39,3 Proc. Sauerstoff.

100  $\text{Mg}^2\text{P}$  = 36,32  $\text{Mg}$ .

Kalkerde,  $\text{Ca}$ , = 351,5; = 28,45 Proc. Sauerstoff.

100  $\text{CaC}$  = 56,07  $\text{Ca}$ .

Natron,  $\text{Na}$ , = 390,9; = 25,58 Proc. Sauerstoff.

100  $\text{NaCl}$  = 53,24  $\text{Na}$ .

Kali,  $\text{K}$ , = 588,85; = 16,98 Proc. Sauerstoff.

100  $\text{KCl} + \text{PtCl}_2$  = 19,29  $\text{K}$

= 30,54  $\text{KCl}$ .

Lithion,  $\text{Li}$ , = 182,03; = 54,93 Proc. Sauerstoff.

100  $\text{LiCl}$  = 34,65  $\text{Li}$ .

## Resultate der Analysen.

### No. 1.

Brauner Turmalin von Gouverneur, St. Lawrence County, New-York, in den vereinigten Staaten.

Nach Dana <sup>1)</sup> kommt dieser Turmalin am genannten Orte, von Apatit und Skapolith begleitet, im körnigen Kalk vor. Nach Demselben sind die Krystalle oft sehr flächenreich, und bilden neunseitige Prismen, begränzt am einen Ende von dem Hauptrhomboëder und dem ersten schärferen, am anderen vom Hauptrhomboëder und dem ersten stumpferen. G. Rose, welcher die Krystallform und das elektrische Verhalten dieser Varietät genauer untersucht hat <sup>2)</sup>, fand an ihr fast alle Flächen, die überhaupt beim Turmalin vorkommen, neben mehreren neuen. Denn ausserdem, dass die Seitenflächen vorherrschend ein dreiseitiges Prisma, sodann das zweite sechsseitige Prisma, das andere dreiseitige, das zwölfseitige und den Hälftflächner eines anderen zwölfseitigen Prismas zeigen, treten von Endflächen das Hauptrhomboëder, das erste und zweite schärfere und das erste stumpfere, ein Rhomboëder  $\frac{1}{3}a' : \frac{1}{3}a' : \infty a : c$ , so wie vier Skalenoëder auf, von denen  $\frac{2}{3}a : \frac{1}{2}a : 2a : c$  und  $\frac{1}{3}a : \frac{1}{3}a : a : c$  neu sind.

Die von mir untersuchten Exemplare verdanke ich dem Hrn. Dr. Tamnau. Der Turmalin bildet an ihnen undeutliche Krystalle und krystallinische Massen von einer rothbraunen Farbe, wie sie mancher Granat zeigt. Er liegt in großblättrigem *Strahlstein*, und von diesem durchwachsen, der hier und da von Spuren gelbgrünen Epidots begleitet ist, und dessen Analyse weiter unten folgt.

Das specifische Gewicht fand sich = 3,049.

Vor dem Löthrohr schmilzt er leicht unter Aufschwellen zu einem weissen blasigen Email und färbt die Flamme gelb.

Im Ofen geglüht, schmilzt er zu einer theils vollkom-

1) *Syst. of Min. II. Edit. p. 390.*

2) Abhandl. der K. Acad. d. Wiss. zu Berlin vom Jahre 1843. Ueber die Pyroelektricität der Mineralien, von P. Riefs und G. Rose. S. 68.

men geflossenen, theils blasigen weissen Masse, welche ein viel größeres Volum einnimmt. Der Gewichtsverlust betrug 3,19 p. C., entsprechend 2,28 Fluor. 100 Th. des geglühten Minerals sind hiernach = 103,3 des ungeglühten.

a. Analyse mit kohlensaurem Natron und Kali.

b. Desgl. des geglühten Minerals <sup>1)</sup>).

c. Wiederholung von b mit Anwendung von kohlensaurem Natron allein.

d. Analyse des geglühten Minerals mit Fluorwasserstoffsäure.

b', c', d', sind die Berechnungen von b, c und d auf das ungeglühte Mineral.

	a.	b.	c.	d.	b'.	c'.	d'.
Phosphorsäure	Spur						
Kieselsäure	38,59	40,34	40,18		39,05	38,90	
Thonerde	33,41		31,47	31,08		30,47	30,09
Eisenoxyd	1,13		1,28	1,43		1,28	1,39
Talkerde	14,86		15,21	15,58		14,72	15,09
Kalkerde	1,65		1,72	1,51		1,67	1,46
Natron				1,32			1,28
Kali				0,27			0,26

#### Zusammenstellung:

			Sauerstoff.
Fluor	2,28		
Phosphorsäure	Spur		
a. b'. c'. Kieselsäure	38,85	20,18	} 25,85
Borsäure	8,25	5,67	
a. c'. d'. Thonerde	31,32	14,62	} 15,00
Eisenoxyd	1,27	0,38	
Talkerde	14,89	5,85	} 6,67
Kalkerde	1,60	0,45	
Natron	1,28	0,33	
Kali	0,26	0,04	
	100.		

Der diesen Turmalin begleitende weisse *Strahlstein* hat ein spec. Gew. = 3,00, und enthält:

1) Nur die Kieselsäure bestimmt.

			Sauerstoff.
Kieselsäure	57,40	29,82	} 30,46
Thonerde	1,38	0,64	
Talkerde	24,69	9,71	} 13,96
Kalkerde	13,89	3,95	
Eisenoxydul	1,36	0,30	
Wasser	0,40		
	99,12.		

Das für die Hornblende geltende Sauerstoffverhältniß 4:9 würde 13,54:30,46 seyn.

## No. 2.

### Brauner Turmalin von Windisch-Kappel in Kärthen.

Das Vorkommen dieser schönen Abänderung scheint nicht genau bekannt zu seyn. Die kurzen und dicken Krystalle werden von dem neunseitigen Prisma, dem Haupt- und dem ersten schärferen Rhomboëder gebildet. Ich erhielt Exemplare theils von Hrn. Bergrath Haidinger, theils von Hrn. Dr. Tamnau. Es sind Bruchstücke ohne Endflächen, gelbbraun gefärbt, durchsichtig; zuweilen schließt ein scharf abschneidender dunklerer Mantel einen helleren Kern ein, oder Parthieen beider Art durchdringen sich gegenseitig. In Höhlungen der Oberfläche so wie im Inneren findet man einzelne silberweifse Glimmerblättchen.

Das *spéc. Gew.* ist = 3,035.

Vor dem Löthrohr schmilzt dieser Turmalin ziemlich leicht zu einem weissen blasigen Glase.

Im Ofen geglüht, schmilzt er unter starkem Aufschwellen zu einer weissen bimssteinartigen Masse, und verliert dabei 2,93 Proc., entsprechend 2,1 Fluor. 100 geglühter sind hiernach = 103,02 ungeglühten Turmalins.

a. Mit kohlensaurem Natron. Die Masse war gesintert.

b. Desgleichen.

c. Geglühter T. mit Fluorwasserstoffsäure.

c'. Berechnung von c auf ungeglühtes Mineral.

	a.	b.	c.	d.
Phosphorsäure	0,12			
Kieselsäure	38,48	37,67		
Thonerde	37,37	34,05	35,40	34,37
Eisenoxyd	1,31	1,81	1,09	1,06
Manganoxyd	0,10			
Talkerde	10,34 <sup>1)</sup>	11,30	11,47	11,14
Kalkerde	0,71	0,51	0,60	0,60
Natron			2,44	2,37
Kali			0,48	0,47

## Zusammenstellung:

				Sauerstoff.
	Fluor	2,10		
	Phosphorsäure	0,12		
a. b.	Kieselsäure	38,08	19,78	26,23
	Borsäure	9,39	6,45	
b. c.	Thonerde	34,21	15,97	16,40
a. b. c.	Eisenoxyd	1,43	0,43	
	Manganoxyd			
b. c.	Talkerde	11,22	4,41	5,26
a. b. c.	Kalkerde	0,61	0,17	
	Natron	2,37	0,60	
c.	Kali	0,47	0,08	
		100.		

## No. 3.

## Turmalin von Eibenstock in Sachsen.

Ganze Massen, aus vielen kleinen concentrischstrahlig gruppirten Prismen zusammengesetzt, die im Ganzen dunkelgrün erscheinen, aber theils farblos, theils mit röthlicher oder grüner Farbe durchsichtig sind. Sehr zerbrechlich. Spuren anhängenden verwitterten Feldspaths deuten auf ein Vorkommen in Granit. Ich erhielt das Mineral durch Hrn. Bergrath Haidinger.

1) Eine kleine Menge ging verloren.

Das specifische Gewicht ist = 3,034.

Vor dem Löthrohr bläht sich dieser Turmalin auf, und schmilzt leicht zu einer weissen blasigen Perle.

Im Ofen schmilzt er zu einer gelblichweissen aufgeschwollenen Masse, und verliert dabei 3,5 Proc., entsprechend 2,51 Proc. Fluor. 100 Th. des geglühten Minerals sind = 103,63 des ungeglühten.

a. Mit kohlensaurem Natron-Kali.

b. Geglühter mit kohlensaurem Natron.

c. Desgl. mit Fluorwasserstoffsäure.

b' und c' sind b und c, auf ungeglühtes Mineral berechnet.

Eine Probe auf Eisenoxydul mittelst Goldchlorid in der Auflösung des mit Borax geschmolzenen Pulvers gab ein negatives Resultat.

	a.	b.	b'.	c.	c'.
Kieselsäure	37,83	30,04	37,67		
Thonerde	30,78	32,32	31,19	31,72	30,61
Eisenoxyd	4,85	5,03	4,85	nicht bestimmt	
Talkerde	12,28	11,88	11,47	11,51	11,11
Kalkerde	0,71	0,77	0,74	1,22	1,18
Natron				2,35	2,27
Kali				0,31	0,30.

#### Zusammenstellung:

	Fluor	2,51	Sauerstoff.
a.	Kieselsäure	37,83	19,65
	Borsäure	8,88	6,10
a. b'.	Thonerde	30,86	14,41
c'.	Eisenoxyd	4,85	1,45
	Talkerde	11,62	4,56
	Kalkerde	0,88	0,25
c'.	Natron	2,27	0,58
	Kali	0,30	0,05
		100.	

Der von Klaproth und später von C. Gmelin untersuchte Turmalin von Eibenstock ist eine andere schwarze Varietät, die mit Quarz zusammen vorkommt, und bei einem hohen Eisengehalt nur eine ganz geringe Menge Talkerde enthält.

#### No. 4.

**Brauner Turmalin von Orford, New-Hampshire in den vereinigten Staaten.**

Von Hrn. Prof. Silliman jun. erhielt ich Krystalle von dieser Localität, sechs- und neunseitige Prismen, von ansehnlicher Gröfse, zum Theil mehre Zoll im Durchmesser haltend, an den Enden verbrochen. Ihre Farbe ist braunschwarz; dünne Splitter sind mit braungelber Farbe durchsichtig. Auch sie haben zuweilen einen dunkleren Kern, dessen Gränze den Prismenflächen parallel geht. Sie liegen in einem grünlichgrauen Talkschiefer, und es sind ihre Flächen da, wo der letztere sie bedeckt, obwohl glänzend, doch uneben und mit regelmässigen dachziegelartigen Eindrücken versehen. Blättchen von Talk oder Glimmer sind einzeln in der Turmalinmasse zerstreut.

Das spec. Gewicht ist nach zwei Versuchen = 3,051 und 3,085; (Mittel = 3,068).

Vor dem Löthrohr schmilzt er unter Aufschwellen zu einer weissen feinblasigen Schlacke.

Im Ofen liefert er eine graue geschmolzene Masse, wobei er 3,49 Proc. verliert, entsprechend 2,5 Fluor. 100 Th. des geglühten sind = 103,63 des ungeglühten Minerals.

- a. Mit kohlensaurem Natron.
- b. Desgleichen.
- c. Mit kohlensaurem Baryt und Fluorwasserstoffsäure.
- d. Geglühtes Mineral mit Fluorwasserstoffsäure.
- d. Berechnung von d auf ungeglühtes Mineral.
- e. Eisenoxydulbestimmung mittelst Goldchlorid.
- f. Bestimmung von Kieselsäure, Phosphorsäure und Borsäure, letztere als Borfluorkalium.



	a.	b.	c.	d.	d.	e. f.
Phosphorsäure						0,24
Borsäure						9,86
Kieselsäure	38,45	38,00	nicht best.			38,53
Thonerde	34,16	30,60	32,75	33,72	32,54	
Eisenoxyd	3,29	3,63	2,62	3,37	3,25	Fe 0,12
Talkerde	10,22	11,22	10,78	13,36	12,89	
Kalkerde	0,64		0,90			
Natron	{	1,41			1,69	1,63
Kali						

## Zusammenstellung:

			Sauerstoff.
	Fluor	2,50	
	Phosphorsäure	0,24	
a. b. e. f.	Kieselsäure	38,33	19,91
	Borsäure	9,86	6,78
a. b. c. d.	Thonerde	33,15	15,48
	Eisenoxyd	3,07	0,92
e. f.	Eisenoxydul	0,12	0,02
a. b. c. d.	Talkerde	10,89	4,28
a. c.	Kalkerde	0,77	0,22
c. d.	Natron	1,52	0,39
	Kali		
		100,45.	

## No. 5.

Brauner Turmallin von Monroe in Connecticut in den vereinigten Staaten.

Einzelne und mit einander verwachsene Krystalle von ansehnlicher Gröfse, das neunseitige Prisma mit dem Hauptrhomboëder am einen, dem ersten stumpferen am anderen Ende<sup>1)</sup>. Sie kommen im Glimmer- und Talkschiefer vor. Ihre Flächen sind glatt und glänzend, nur die des ersten stumpferen Rhomboëders erschienen rauh, und von den Eindrücken des Schiefers wie zerfressen. Dünne Split-

1) S. Dana System. S. 389.

ter sind mit rothbrauner Farbe durchscheinend. Auf den Ablösungsflächen bemerkt man einzelne Glimmerblättchen. Die untersuchten Exemplare verdanke ich Hrn. Silliman.

Das spec. Gewicht ist = 3,068.

Vor dem Löthrohr schmilzt dieser Turmalin ziemlich leicht zu einer weissen blasigen Schlacke.

Im Ofen verwandelt er sich in eine aufgeschwollene grauweiße Masse, wobei er 3,32 Proc. verliert, = 2,38 Fluor, so daß 100 Th. des geglühten = 103,43 des ungeglühten sind.

a. Mit kohlensaurem Kali-Natron. Geschmolzene hellgrügelbe Masse, die mit Wasser und Chlorwasserstoffsäure eine klare Auflösung gab.

a. Geglühter T. mit Fluorwasserstoffsäure.

b. Berechnung von b auf ungeglühte Substanz.

c. Eisenoxydulbestimmung mittelst Goldchlorid.

	a.	b.	c.
Kieselsäure	39,01		
Thonerde	31,71	31,70	30,65
Eisenoxyd	5,13	6,36	6,15 Fe 0,98
Talkerde	9,92	10,22	9,88
Kalkerde	1,81	2,73	2,64
Natron		1,88	1,82
Kali		0,45	0,44

#### Zusammenstellung:

			Sauerstoff.
Fluor	2,38		
Kieselsäure	39,01	20,27	28,48
Borsäure	9,04	6,21	
a. b. Thonerde	31,18	14,56	
Eisenoxyd	3,44	1,03	15,59
Eisenoxydul	0,98	0,22	
Talkerde	9,90	3,89	5,15
Kalkerde	1,81	0,51	
Natron	1,82	0,46	
Kali	0,44	0,07	
	100.		

## No. 6.

## Schwarzer Turmalin vom Zillerthal in Tyrol.

Schwarze neunseitige Prismen, an denen das dreiseitige vorherrscht, mit verbrochenen Enden, in weißem hartem körnigem Talk liegend, hie und da von grünem Strahlstein begleitet. Die Flächen sind theils glatt und glänzend, theils rauh und drusig. Dünne Bruchstücke sind vollkommen durchsichtig, und zwar in senkrechter Richtung auf die Hauptaxe mit nelkenbrauner, ins violette fallender Farbe, parallel derselben mit grüner Farbe. Ihr Pulver ist grau. Die untersuchten Exemplare erhielt ich von Hrn. Haidinger.

Ihr spec. Gewicht ist = 3,054.

Vor dem Löthrohr schmilzt dieser Turmalin mit starkem Glanz und unter Aufblähen ziemlich leicht zu einem weißen schaumigen Glase.

Im Ofen gab er eine sehr aufgeschwollene bimssteinartige grauweiße Masse, und hatte 3,54 Proc. verloren, entsprechend 2,5 Fluor, so daß 100 Th. des geglühten Minerals = 103,67 des ungeglühten sind.

a. Mit kohlen saurem Natron.

b. Geglühter desgl.

b'. Berechnung von b auf das ungeglühte Mineral.

c. Geglühter mit Fluorwasserstoffsäure.

c'. Berechnung von c auf das ungeglühte Mineral.

d. Bestimmung des Eisenoxyds mit Kupfer, und des Oxyduls mit Goldchlorid.

	a.	b.	b'.	c.	c'.	d.
Phosphorsäure	0,24					
Kieselsäure	37,94	38,90	37,52			
Thonerde	32,98	37,19	35,87	35,56	34,30	
Eisenoxyd	2,91	3,57	3,44	3,36	3,24	2,00
Talkerde	10,44	11,10	10,71	10,61	10,23	Fe 0,37
Kalkerde	1,13	1,06	1,02	0,80	0,79	
Natron				2,21	2,13	
Kali				0,38	0,37	

## Zusammenstellung:

			Sauerstoff.
Fluor	2,50		
Phosphorsäure	0,24		
a. Kieselsäure	37,94	19,71	25,61
Borsäure	8,58	5,90	
a. c'. Thonerde	33,64	15,71	16,55
a. b'. c'. Eisenoxyd	2,79	0,84	
d. Eisenoxydul	0,37	0,08	5,07
a. b'. c'. Talkerde	10,46	4,11	
Kalkerde	0,98	0,28	
Natron	2,13	0,54	
Kali	0,37	0,06	
	100.		

## No. 7.

## Schwarzer Turmalin von Godhaab in Grönland.

Bruchstück eines größeren Krystalls, welcher hauptsächlich von dem sechsseitigen Prisma gebildet wurde, zu dem untergeordnet das dreiseitige hinzutrat; die Rhomboëderflächen der Enden undeutlich, die Seitenflächen glatt und glänzend. In Höhlungen gelbliche Glimmerblättchen. Im Innern der scheinbar ganz frischen sehr harten Masse einzelne schwarze Glimmerlamellen und kleine Parthieen eines weißen blättrigen Minerals. Dünne Splitter sind an den Rändern theils mit grünblauer, theils mit bräunlich violetter Farbe durchscheinend. Das Pulver ist bläulich grau. Das untersuchte Exemplar erhielt ich aus dem K. Mineralienkabinet zu Berlin.

*Spec. Gewicht* = 3,072.

*Vor dem Löthrohr* schmilzt er unter starkem Leuchten und Aufblähen zu einer weißen feinblasigen Schlacke.

*Im Ofen* gab er eine geschmolzene aufgeblähte poröse gelbliche Masse, und verlor dabei 3,108 Proc., entsprechend 2,23 Fluor, so dafs 100 Th. des geglühten = 103,21 des ungeglühten Turmalins sind.

- a. Mit kohlensaurem Natron-Kali.
- b. Desgleichen später.
- c. Mit kohlensaurem Baryt und Fluorwasserstoffsäure.
- d. Geglühter mit kohlensaurem Natron.
- d'. Berechnung von d auf ungeglühtes Mineral.
- e. Geglühter mit Fluorwasserstoffsäure.
- e'. Berechnung von e auf ungeglühtes Mineral.
- f. Eisenoxydulbestimmung mit Goldchlorid.

	a.	b.	c.	d.	d'.	e.	e'.	f.
Phosphorsäure			0,11					
Kieselsäure	36,88	38,24	37,97	38,92	37,71			
Thonerde	37,18	34,92	34,26			35,51	34,40	
Eisenoxyd mit et- was Mangan	4,73	4,60	5,25	38,75	37,55	5,21	5,05	Fe 0,25
Talkerde	10,05	9,55	9,42	9,74	9,44	9,37	9,08	
Kalkerde		1,04	1,43	1,61	1,56	1,02	1,00	
Natron			1,69			2,37	2,30	
Kali			0,48			0,39	0,38.	

## Zusammenstellung:

		Sauerstoff.
Fluor	2,23	
Phosphorsäure	0,11	
a. b. c. Kieselsäure	37,70	19,59
Borsäure	7,36	5,06
b. c. e'. Thonerde	34,53	16,12
a. b. c. e'. Eisenoxyd	4,63	1,39
Eisenoxydul	0,25	0,05
a. b. c. d'. Talkerde	9,51	3,74
b. c. d'. e'. Kalkerde	1,25	0,35
c. e'. Natron	2,00	0,51
Kali	0,43	0,07
	100.	

## No. 8.

Schwarzer Turmalin von Texas, Lancaster County in  
Pennsylvanien.

Sehr dünne sechsseitige Prismen ohne deutliche End-  
flächen, in einem grauweißen harten talkartigen Gestein

zahlreich eingewachsen. Ihre Flächen sind sehr glatt und glänzend. Sie sind mit dunkelgrüner Farbe durchscheinend. Von Hrn. Dr. Tamnau mitgetheilt.

*Spec. Gewicht* = 3,043.

*Vor dem Löthrohr* schmilzt dieser Turmalin ziemlich leicht mit starkem Leuchten zu einem blasigen grünlich-weißen Email.

*Im Ofen* gab er eine geschmolzene sehr aufgeblähte hell olivengrüne Masse. Verlust = 3,3 Proc. = 2,36 Fluor. 100 Th. des geglühten = 103,4 des ungeglühten Minerals.

a. Mit kohlensaurem Kali-Natron.

b. Desgleichen.

c. Geglühter mit Fluorwasserstoffsäure.

c'. Berechnung von c auf ungeglühte Substanz.

Von Eisenoxydul fanden sich nur Spuren.

	a.	b.	c.	c'.
Phosphorsäure			0,21	0,20
Kieselsäure	37,66	39,24		
Thonerde	35,13	34,44	35,26	34,10
Eisenoxyd	3,48	3,14	3,42	3,31
Manganoxyd	0,09	9,62		
Talkerde	9,30		8,70	8,41
Kalkerde	0,66	0,88	0,60	0,59
Natron			2,06	2,00
Kali			0,76	0,73.

**Zusammenstellung:**

	Fluor	2,36	Sauerstoff.
	Phosphorsäure	0,20	
a. b.	Kieselsäure	38,45	19,98
	Borsäure	8,48	5,83
a. b. c'.	Thonerde	34,56	16,14
	Eisenoxyd	3,31	0,99
a.	Manganoxyd	0,09	0,03
a. b. c'.	Talkerde	9,11	3,58
	Kalkerde	0,71	0,20
c'.	Natron	2,00	0,51
	Kali	0,73	0,12

100.

## No. 9.

## Braunschwarzer Turmalin vom St. Gotthardt.

Isolirte Krystalle in Form dünner neunseitiger Prismen mit fehlenden oder unkenntlichen Endflächen. Sehr glänzend, auf dem Bruch flachmuschlig, mit haarbrauner Farbe durchsichtig.

Das Material verdanke ich theils Hrn. Bergrath Haidinger, theils Hrn. Dr. Tamnau.

Das spec. Gewicht ist = 3,055.

Vor dem Löthrohr schmilzt diese Abänderung unter starkem Aufblähen zu einem blasigen bräunlichgelben Email.

Im Ofen verwandelt sie sich in eine poröse gelbbraune Masse, welche etwa das dreifache Volum des ursprünglichen zeigt. Verlust in zwei Versuchen = 3,19 und 3,31 Proc., im Mittel also 3,25, entsprechend 2,33 Fluor, so dafs 100 Th. des geglühten Turmalins = 103,36 ungeglühten sind.

- a. Mit kohlenisaurem Natron.
- b. Geglühter mit Fluorwasserstoffsäure.
- b'. Berechnung von b.
- c. Wiederholung von b.
- c'. Berechnung von c.
- d. Bestimmung des Eisenoxyduls mit Goldchlorid.

	a.	b.	b'.	c.	c'.	d.
Phosphorsäure	0,24					
Kieselsäure	38,00					
Thonerde	34,02	31,45	30,44	33,47	32,38	
Eisenoxyd	8,10	8,33	8,06	8,23	7,96	Fe 1,51
Talkerde	7,76	6,90	6,68	7,61	7,37	
Kalkerde	1,18	1,50	1,45	1,34	1,30	
Natron		1,27	1,23	1,68	1,63	
Kali		nicht best.		0,29	0,28	

Zu-



## Zusammenstellung:

			Sauerstoff.
	Fluor	2,33	
	Phosphorsäure	0,24	
a.	Kieselsäure	38,00	19,74
	Borsäure	8,99	6,19
a. b'. c'.	Thonerde	32,28	15,07
	Eisenoxyd	6,36	1,91
d.	Eisenoxydul	1,51	0,33
a. b'. c'.	Talkerde	7,27	2,86
b'. c'.	Kalkerde	1,31	0,37
	Natron	1,43	0,35
c'.	Kali	0,28	0,05
		<u>100.</u>	

## No. 10.

Schwarzer Turmalin von Havredal bei Krageroe im südlichen Norwegen.

Größere und kleinere Krystalle, in einem Gemenge von Quarz, Feldspath (Albit) und Titaneisen; zum Theil sehr reich an Flächen, unter denen besonders die beiden sechsseitigen Prismen (das erste mit abwechselnd größern Flächen), das zwölfseitige Prisma, das Hauptrhomboëder, das erste stumpfere und das erste schärfere. Die Flächen glatt und glänzend; einzelne Krystalle etwas mürbe und bräunlich; Glimmerblättchen hie und da an der Oberfläche und auf Ablösungsflächen. Dünne Splitter sind mit röthlich-brauner Farbe durchscheinend.

Das Material stammt aus dem K. Mineraliencabinet zu Berlin.

*Das spec. Gewicht* ist = 3,107.

*Vor dem Löthrohr* leuchtet dieser Turmalin stark, und schmilzt ziemlich leicht unter Kochen zu einer hellgrauen blasigen Schlacke.

*Im Ofen* schmolz er zu einer graugelben porösen Masse wobei 2,93 Proc. Verlust, = 2,1 Fluor. 100 geglähter Turmalin = 103,02 des ungeglähten.

- a. Mit kohlensaurem Natron.  
 b. Geglühter mit Fluorwasserstoffsäure.  
 b'. Berechnung von b.  
 c. Bestimmung des Eisenoxys durch Kupfer, des Eisenoxys durch Goldchlorid.

	a.	b.	b'.	c.
Phosphorsäure	0,08			
Kieselsäure	37,11			
Thonerde	31,39	31,96	31,02	
Eisenoxys	8,49	8,65	8,40	Fe 7,34
Talkerde	9,77	9,36	9,09	Fe 0,77
Kalkerde		0,82	0,80	
Natron		1,82	1,77	
Kali		0,33	0,32	

Zusammenstellung:

			Sauerstoff.
Fluor	2,10		
Phosphorsäure	0,08		
a. Kieselsäure	37,11	19,28	25,32
Borsäure	8,78	6,04	
a. b'. Thonerde	31,26	14,60	16,87
a. b'. c. Eisenoxys	7,57	2,27	
c. Eisenoxysdul	0,77	0,17	4,6
a. b'. Talkerde	9,43	3,70	
b'. Kalkerde	0,80	0,23	
Natron	1,78	0,45	
Kali	0,32	0,05	
	100.		

No. 11.

Schwarzer Turmalin von Ramfossen bei Snarum,  
 Kirchspiel Modum in Norwegen.

Bruchstücke größerer Krystalle, an denen theils das sechsseitige, theils das dreiseitige Prisma vorherrscht. Von Endflächen lassen sich das erste schärfere Rhomboëder, und untergeordnet das Hauptrhomboëder erkennen. Die Kry-

stalle sind fast immer glatt und glänzend, sehr zu Absonderungen geneigt, und in dünnen Splittern mit brauner Farbe durchscheinend. Sie liefern ein grünlichgraues Pulver. Im Innern bemerkt man hie und da ein weißes blättriges Mineral. Die untersuchten Exemplare rühren aus dem K. Mineraliencabinet zu Berlin her.

Das spec. Gewicht ist = 3,145.

Vor dem Löthrohr schmilzt dieser T. mit Leuchten und Aufblähen ziemlich rasch zu einer graubraunen Schlacke.

Im Ofen liefert er eine geschmolzene poröse schwärzliche Masse. Verlust = 2,39 Proc., = 1,71 Fluor, so daß 100 Th. geglühtes Mineral = 102,5 ungeglühtes sind.

a. Mit kohlensaurem Natron.

b. Geglühter mit Fluorwasserstoffsäure.

b'. Berechnung von b.

c. Bestimmung des Eisenoxyds durch Kupfer und des Oxyduls durch Goldchlorid.

	a.	b.	b'.	c.
Phosphorsäure	0,11			
Kieselsäure	37,22			
Thonerde	29,40	30,72	30,00	Fe 9,27
Eisenoxyd	11,63	13,53	13,20	
Talkerde	8,21	7,84	7,66	Fe 0,86
Kalkerde	1,15	0,17	0,16	
Natron		1,16	1,13	
Kali		0,54	0,53.	

#### Zusammenstellung:

			Sauerstoff.
	Fluor	1,71	
	Phosphorsäure	0,11	
a.	Kieselsäure	37,22	19,34
	Borsäure	8,70	5,98
a. b'.	Thonerde	29,70	13,87
a. b' c.	Eisenoxyd	11,45	3,43
	c. Eisenoxydul	0,86	0,19
a. b'.	Talkerde	7,94	3,12
	Kalkerde	0,65	0,18
	Natron	1,13	0,29
b'.	Kali	0,53	0,09
		100.	

## No. 12.

Schwarzer Turmalin in Quarz von Haddam in Connecticut in den vereinigten Staaten.

An dem durch seinen Mineralreichthum ausgezeichneten Fundorte kommt der Turmalin unter mehrfachen Verhältnissen vor. Auf der Ostseite des Connecticut-River finden sich vollständig ausgebildete glatte Krystalle von mehr als Zolllänge und Dicke, gebildet aus den beiden sechsseitigen Prismen, das erste mit abwechselnd größeren Flächen; begrenzt am einen Ende von dem Hauptrhomboëder, am anderen von diesem und dem ersten schärferen. An anderen Punkten findet man ähnliche, an denen jedoch das dreiseitige Prisma vorwaltet, und deren Flächen, mit Quarz und Feldspath bekleidet, rauh und drusig erscheinen. Endlich kommen größere und kleinere Krystalle daselbst in Quarz vor und diese letzteren wurden zur Analyse benutzt. Ich verdanke Hrn. Silliman Proben der verschiedenen Vorkommen.

Das spec. Gewicht ist = 3,136.

Vor dem Löthrohr bläht sich dieser Turmalin auf und schmilzt unter Schäumen zu einer grauen blasigen Schlacke.

Im Ofen liefert er eine aufgeschwollene braune Masse, und verliert dabei nach 2 Versuchen 2,47 und 2,51 Proc., im Mittel also 2,49, entsprechend 1,78 Fluor. 100 Th. des geglühten würden hiernach = 102,56 des ungeglühten seyn.

a. Mit kohlensaurem Kali-Natron.

b. Desgl. Geschmolzene gelbe Masse.

c. Mit kohlensaurem Baryt und Fluorwasserstoffsäure.

d. Geglühter mit Fluorwasserstoffsäure.

e. Berechnung von d.

e. Eisenoxydulbestimmung mit Goldchlorid.

	a.	b.	c.	d.	e.	e.
Kieselsäure	37,34	37,66	39,84			
Thonerde	31,88	30,07	31,67	30,61	29,85	
Eisenoxyd	9,74	10,13	11,20	11,18	10,90	Fe 1,06
Talkerde	8,87	8,67	8,38	8,67	8,45	
Kalkerde	1,64	1,58	2,37	1,36	1,33	
Natron				1,64	1,60	
Kali			4,10	0,74	0,73	

## Zusammenstellung:

			Sauerstoff.
	Fluor	1,78	
	Phosphorsäure	Spuren	
a. b.	Kieselsäure	37,50	19,48
	Borsäure	7,94	5,46
a. b. c. d.	Thonerde	30,87	14,41
	Eisenoxyd	8,31	2,49
e.	Eisenoxydul	1,06	0,23
a. b. c. d.	Talkerde	8,60	3,38
a. b. d.	Kalkerde	1,61	0,46
	Natron	1,60	0,41
d.	Kali	0,73	0,12
		100.	

## No. 13.

## Schwarzer Turmalin von Haddam in Connecticut.

Die im Folgenden untersuchte Varietät kommt zu Haddam als Begleiter des *Chrysoberylls* vor, der sich dort in einem den Gneis durchsetzenden Granitgange findet. Er ist von körnigem gelbem Quarz begleitet, der, je näher dem Turmalin, um so dunkler gefärbt ist. Zwischen beiden liegt Talk oder Chlorit. Der Turmalin, welcher große Krystalle bildet, *erscheint etwas zersetzt*, zwar sind seine Flächen größtentheils noch glatt und glänzend, allein von Höhlungen unterbrochen, welche von gelbem Eisenocker, vorzüglich aber von Glimmerblättchen ausgefüllt sind. Letztere finden sich auch im Innern zahlreich, und die Ablösungsflächen sind von Eisenoxyd roth gefärbt.

Das Material wurde gleichfalls von Hrn. Silliman geliefert.

Das spec. Gewicht ist = 3,132.

Vor dem Löthrohr verhält er sich wie der vorige.

Im Ofen gab er eine theilweise geschmolzene, theilweise gesinterte braune Masse, und hatte 2,72 Proc. verloren, entsprechend 1,95 Fluor. 100 Th. des geglühten sind hiernach = 102,79 des ungeglühten.

- a. Mit kohlensaurem Natron.  
 b. Desgleichen.  
 c. Geglühter mit Fluorwasserstoffsäure.  
 d. Berechnung von c.  
 d. Eisenoxydulbestimmung.

	a.	b.	c.	d.	d.
Kieselsäure	35,06	38,03			
Thonerde	31,79	33,14	35,39	34,43	
Eisenoxyd	12,12	9,42	11,46	11,15	Fe 0,5
Talkerde	8,32	8,45	9,00	8,75	
Kalkerde	1,84	1,76	0,49	0,48	
Natron			2,33	2,28	
Kali					

## Zusammenstellung:

			Sauerstoff.
	Fluor	1,95	
a. b.	Kieselsäure	36,55	22,35
	Borsäure	4,87	
a. b.	Thonerde	32,46	18,48
a. c.	Eisenoxyd	11,08	
d.	Eisenoxydul	0,50	4,54
a. b. c.	Talkerde	8,51	
a. b.	Kalkerde	1,80	0,58
c.	Natron	2,28	
	Kali		
		100.	

## No. 14.

Schwarzer Turmalin von Unity in New-Hampshire  
 in den vereinigten Staaten.

Diese Varietät zeichnet sich durch ihre Reinheit und ihren frischen Zustand aus. Lange dünne glänzend schwarze Krystalle, von gebogen dreiseitigem Querschnitt, liegen in einem fast durchsichtigen weissen Quarz, von dem sie sich leicht trennen. Manche sind gekrümmt, aber nicht zerbrochen.

Hrn. Silliman verdanke ich auch diesen Turmalin.

Das spec. Gewicht ist = 3,192.

Vor dem Löthrohr verhält er sich wie die beiden vorigen.

Im Ofen gab er eine theils blaugraue, theils braune, stark gesinterte oder etwas aufgeschwollene Masse. Der Verlust betrug in zwei Versuchen 2,20 und 2,25 Proc., im Mittel 2,225 Proc., entsprechend 1,59 Fluor. 100 Th. des geglühten sind = 102,27 des ungeglühten.

a. Mit kohlensaurem Natron.

b. Mit kohlensaurem Kali-Natron. Die Masse gelbbraun, geschmolzen.

c. Desgleichen; nicht alle Bestandtheile bestimmt.

d. Mit kohlensaurem Baryt und Fluorwasserstoffsäure.

e. Geglühter mit Fluorwasserstoffsäure.

e'. Berechnung von e.

f. Bestimmung des Eisenoxyduls mit Goldchlorid.

	a.	b.	c.	d.	e.	e'.	f.
Kieselsäure	36,86	35,94	36,07	40,64			
Thonerde	27,73	30,10	45,86	44,56	31,47	30,78	
Eisenoxyd	17,34	14,70			17,13	16,75	Fe 2,38
Talkerde	4,75	6,23	}	7,64	6,25	6,12	
Kalkerde	1,11	1,00			0,98	0,96	
Natron			}	4,50	1,98	1,94	
Kali							

### Zusammenstellung:

		Fluor	1,59	Sauerstoff.
a. b. c.	Kieselsäure	36,29	18,85	} 23,62
	Borsäure	6,94	4,77	
b. e'.	Thonerde	30,44	14,21	} 18,13
b. e'.	Eisenoxyd	13,08	3,92	
	f. Eisenoxydul	2,38	0,53	} 3,95
a. b. d. e'.	Talkerde	6,32	2,57	
a. b. e'.	Kalkerde	1,02	0,29	} 3,95
	Natron	} 1,94	0,56	
e'.	Kali			
		<hr/> 100.		

## No. 15.

Schwarzer Turmalin von Bovey Tracy in Devonshire in England.

Kurze dicke Krystalle in Granit vorkommend, gebildet aus beiden sechsseitigen Prismen, von denen die abwechselnden Flächen des ersten gröfser sind, dem Haupt- und ersten schärferen Rhomboëder am einen, jenem und dem ersten stumpferen am anderen Ende. Fast alle, besonders die Seitenflächen sind glatt und glänzend; gelbbrauner verwitterter Feldspath hängt ihnen an, und zieht sich auf Absonderungsklüften in das Innere der sonst sehr homogenen und frischen Masse. Nur ganz dünne Splitter sind mit röthlichbrauner Farbe durchscheinend.

Das Material der Untersuchung verdanke ich dem K. Mineraliencabinet zu Berlin.

Das spec. Gewicht ist = 3,205.

Vor dem Löthrohr schmilzt dieser Turmalin etwas schwer zu einer schwarzen Schlacke.

Im Ofen gab er eine gesinterte schwarze Masse, und hatte 2,09 Proc. verloren, entsprechend 1,49 Fluor. 100 Th. des geglühten Minerals sind = 102,15 des ungeglühten.

a. Mit kohleusaurem Natron.

b. Geglühter desgl.

b'. Berechnung von b.

c. Geglühter mit Fluorwasserstoffsäure.

c'. Berechnung von c.

d. Bestimmung des Eisenoxyds durch Kupfer, und des Oxyduls durch Goldchlorid.

	a.	b.	b'.	c.	c'.	d.
Phosphorsäure	0,12					
Kieselsäure	37,00	36,91	36,13			
Thonerde	33,58	34,75	34,02	32,34	31,66	
Eisenoxyd	16,46	16,09	15,75	17,79	17,41	Fe 8,90
Talkerde	2,60	2,46	2,41	2,74	2,68	Fe 6,19
Kalkerde	0,60	1,64	1,60	0,40	0,39	
Natron				1,42	1,39	
Kali				0,66	0,65	



## Zusammenstellung:

			Sauerstoff.
	Fluor	1,49	
	Phosphorsäure	0,12	
	a. Kieselsäure	37,00	19,22
	Borsäure	7,66	5,27
	a. b'. c'. Thonerde	33,09	15,45
	Eisenoxyd	9,33	2,80
	d. Eisenoxydul	6,19	1,37
	a. b'. c'. Talkerde	2,58	1,01
	a. c'. Kalkerde	0,50	0,14
	c'. Natron	1,39	0,35
	Kali	0,65	0,11
		100.	

## No. 16.

Schwarzer Turmallin von Alabaschka bei Mursinsk  
am Ural.

Bruchstück eines größeren Krystalls, gebildet aus dem vorwaltenden dreiseitigen und dem zweiten sechseitigen Prisma, und an dem einen auskrystallisirten Ende von dem Hauptrhomboëder und dem ersten schärferen. Die Prismenflächen sind gestreift, alle aber glatt und glänzend. Vorkommen wie das von Bovey Tracy auf Klüften im Granit. Eine gelbliche erdige Substanz (verwitterter Feldspath) bekleidet die Vertiefungen der Oberfläche, und im Innern bemerkt man einzelne weißse Glimmerblättchen. Ganz dünne Splitter sind mit röthlichbrauner oder bläulicher Farbe durchscheinend.

Ich erhielt das Material aus dem K. Mineralien cabinet zu Berlin.

Das spec. Gewicht ist nach zwei Versuchen = 3,226 und 3,229.

Vor dem Löthrohr leuchtet er, und schmilzt an den Rändern zu einer braunen Schlacke.

Im Ofen war das grobe Pulver schwach gesintert, rothbraun wie geblühtes Eisenoxyd, und hatte 2,15 Proc. ver-

loren, entsprechend 1,54 Fluor. 100 Th. des geglühten sind = 102,2 des ungeglühten Turmalins.

- a. Mit kohlenisaurem Natron.
- b. Geglühter desgl.
- b'. Berechnung von b.
- c. Geglühter mit Fluorwasserstoffsäure.
- c'. Berechnung von c.
- d. Bestimmung des Eisenoxyds durch Kupfer und des Oxyduls durch Goldchlorid.

	a.	b.	b'.	c.	c'.	d.
Kieselsäure	35,74	35,75	34,98			
Thonerde	33,88	36,38	35,60	34,47	33,73	
Eisenoxyd	16,64	18,12	17,73	17,48	17,10	Fe 6,02
Talkerde	1,90	1,66	1,62	0,84	0,82	Fe 8,60
Kalkerde		1,19	1,16	0,58	0,57	
Natron				1,04	1,02	
Kali				0,48	0,47	

#### Zusammenstellung:

	Fluor	1,54	Sauerstoff:
a. Kieselsäure	35,74	18,57	} 24,07
Borsäure	8,00	5,50	
a. b'. c'. Thonerde	34,40	16,06	} 18,34
a. b'. c'. Eisenoxyd	7,61	2,28	
d. Eisenoxydul	8,60	1,91	} 3,18
a. b'. Talkerde	1,76	0,69	
b'. c'. Kalkerde	0,86	0,24	
Natron	1,02	0,26	
c'. Kali	0,47	0,08	
	100.		

## No. 17.

Schwarzer Turmalin vom Sonnenberg bei Andreasberg am Harz.

Diese sehr bekannte Varietät kommt in kleinen scharf ausgebildeten Krystallen in einem drusenreichen Granit vor, dessen Feldspath schon sehr zersetzt ist. Sie werden von dem sechsseitigen und untergeordnet dem dreiseitigen Prisma, von dem ersten schärferen Rhomboëder, als vorherrschendem, dem zweiten schärferen und dem Hauptrhomboëder am einen Ende, und dem letzteren allein am anderen gebildet. Seltener sind die drei anderen Flächen des ersten Prismas, ein Drei- und Dreikantner ( $\frac{1}{3}a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : c$ ) am einen, und das erste stumpfere Rhomboëder am anderen Ende<sup>1)</sup>. Die Masse dieses Turmalins ist sehr hart und frisch, und frei von sichtbaren Einmengungen. Selbst sehr dünne Splitter dieses eisenreichsten aller Turmaline sind undurchsichtig. Das Pulver ist grau.

Das Material verdanke ich dem K. Mineralien cabinet in Berlin.

Das spec. Gewicht ist = 3,243, das größte von allen, wohl eine Folge des höchsten Eisengehalts.

Vor dem Löthrohr schmilzt er zu einer schwarzen Schlacke.

Im Ofen sinterte er stark, war oben braun, in der Mitte und unten schwarz, und hatte in einem Versuch 1,87, in einem andern 2,31 Proc. verloren. Letztere Zahl entspricht 1,64 Fluor, und 100 Th. des geglühten Turmalins sind darnach = 102,37 des ungeglühten, nach dem ersten Versuche aber = 101,9 desselben.

a. Mit kohlensaurem Natron.

b. Geglühter desgl.

b'. Berechnung von b.

c. Geglühter mit Fluorwasserstoffsäure.

c'. Berechnung von c.

d. Wie c, ohne Bestimmung der Alkalien.

d'. Berechnung von d.

e. Eisenprobe.

1) S. G. Rose in diesen Annalen, Bd. 42, S. 580.

	a.	b.	b'.	c.	c'.	d.	d'.	e.
Phosphorsäure	0,12							
Kieselsäure	36,51	36,30	35,62					
Thonerde	32,87	34,90	34,25	30,92	30,34	35,04	34,23	
Eisenoxyd	18,63	19,22	18,86	18,96	18,60	21,85	21,34	Fe 9,51
Manganoxydul	0,10	0,11	0,11	1,00	0,98			
Talkerde	0,80	0,65	0,64					0,70
Kalkerde	0,96	1,06	1,04	0,21	0,20	0,70	0,69	
Natron				1,39	1,36			
Kali				0,59	0,58			

## Zusammenstellung.

			Sauerstoff.
Fluor	1,64		
Phosphorsäure	0,12		
a. Kieselsäure	36,51	18,97	24,21
Borsäure	7,62	5,24	
a. b'. c'. d'. Thonerde	32,92	15,37	17,81
a. b'. c'. Eisenoxyd	8,13	2,44	
e. Eisenoxydul	9,51	2,11	3,08
Manganoxydul	0,11	0,02	
a. b'. d'. Talkerde	0,78	0,30	
a. b'. c'. d'. Kalkerde	0,72	0,20	
c'. Natron	1,36	0,35	
Kali	0,58	0,10	

100.

## No. 18.

Schwarzer Turmalin von der Herrschaft Saar in Mähren.

Einzelne ziemlich dicke und kurze Krystalle oder vielmehr Aggregate von Krystallen von vorherrschend dreieitigem Querschnitt; die Seitenflächen stark gestreift, glatt und glänzend; die Endflächen undeutlich, nur Spuren des Hauptrhomboëders sichtbar. In den Vertiefungen liegt eine röthliche thonige Masse und etwas Glimmer. Dünne Splitter sind senkrecht auf die Hauptaxe röthlichbraun durchscheinend.

Das Material wurde mir von Hrn. Haidinger mitgetheilt.

Das spec. Gewicht ist = 3,181.

Vor dem Löthrohr schmilzt dieser Turmalin schwer und mit Aufblähen zu einer braunrothen Schlacke.

Im Ofen geglüht, verwandelte er sich in eine stark gesinterte braunrothe Masse, und verlor 1,82 Proc., entsprechend 1,3 Fluor. 100 Th. des geglühten Minerals sind = 101,85 des ungeglühten.

- a. Mit kohlenisaurem Natron.
- b. Geglühter desgl.
- b'. Berechnung von b.
- c. Geglühter mit Fluorwasserstoffsäure.
- c'. Berechnung von c.
- d. Bestimmung des Eisenoxyduls durch Kupfer und des Eisenoxyduls durch Goldchlorid.

	a.	b.	b'.	c.	c'.	d.
Phosphorsäure	Spur					
Kieselsäure	36,82	36,44	35,78			
Thonerde	36,02	36,35	35,70	35,40	34,67	Fe 5,56
Eisenoxyd	14,79	15,91	15,62	15,25	14,90	Fe 6,51
Talkerde	} 1,55	1,58	1,55	1,55	1,52	
Kalkerde		0,87	0,86	0,77	0,76	
Natron				0,98	0,98	
Kali				0,09	0,09	

#### Zusammenstellung:

			Sauerstoff.
Fluor	1,30		
Phosphorsäure	Spur		
a. Kieselsäure	36,82	19,18	} 25,16
Borsäure	8,70	5,98	
a. b'. c'. Thonerde	35,50	16,58	} 18,55
Eisenoxyd	6,57	1,97	
Eisenoxydul	7,68	1,70	} 2,80
a. b'. c'. Talkerde	1,55	0,61	
Kalkerde	0,81	0,23	
Natron	0,98	0,25	
c'. Kali	0,09	0,01	
	100.		

(Schluß im nächsten Heft.)

## II. *Anziehende Wirkung der Elektromagnete;* *von Julius Dub.*

Die Construction elektromagnetischer Maschinen beruht in vielen Fällen auf der Wirkung der Elektromagnete in Entfernung. Es ist aber eine für die Kraftäusserung solcher Maschinen nicht günstige Thatsache, daß die Elektromagnete so sehr wenig in Entfernung wirken, im Verhältniß zu den Stahlmagnete sowohl, als im Verhältniß zu ihrer großen Wirkung in Berührung. Es schien mir daher von nicht geringem Interesse, Aufschluß zu erhalten über die Gröfse der Wirkung auf Entfernung bei Magneten von verschiedenen Verhältnissen.

Andererseits veranlafsten mich meine früheren Beobachtungen, daß der Einfluß der Berührungsfläche so bedeutend sey, zu diesen Untersuchungen, da ich im Voraus versichert war, daß diese Wirkung der Berührungsfläche in Entfernung wenigstens sich verringern, wo nicht gar verschwinden möchte. Ich wurde zu dieser Meinung besonders dadurch geführt, daß ich früher auf mehrere Sätze stiefs, welche mit den von den HH. Lentz und Jacoby aufgestellten nicht übereinstimmten. Ich glaubte ich würde durch die Beobachtung der Wirkung der Elektromagnete in Entfernung vielleicht zu denselben Resultaten, wie sie dort ausgesprochen sind, gelangen; da nämlich die Versuche jener Gelehrten so angestellt sind, daß die Wirkung beobachtet wird, wenn Magnet und Anker, oder zwei Magnete sich *nicht unmittelbar* berühren.

Andere von Lentz und Jacoby aufgestellte Sätze über die Anziehung sind nicht das Resultat unmittelbarer Messungen, sondern aus andern Erscheinungen, nämlich der Inductionswirkung beim Unterbrechen des Stromes oder Abreißen des Ankers erschlossen. Es schien mir daher von nicht geringem Interesse zu untersuchen, ob die wirkliche Anziehung dieselben Resultate zeige?

Wie die früheren Untersuchungen, habe ich auch diese durch directes Abreißen des Ankers mittelst angehängter Gewichte angestellt, und habe dazu denselben Apparat benutzt wie er in meiner früheren Abhandlung über die Anker beschrieben ist<sup>1)</sup>.

Mit der grovischen Säule waren wie früher die Kupferspirale des Magneten, die Tagentenbussole und der Widerstandsmesser zu einem Kreise verbunden. Die Anziehung wurde durch den Abreißapparat gemessen.

Um nun die Wirkung der Elektromagnete auf Entfernungen kennen zu lernen, bedurfte es eines Apparates, welcher möglich machte, den Anker in beliebiger, genau gemessener Entfernung vom Magneten zu halten.

Diesen Apparat, wie auch die angewandte Tangentenbussole, verfertigte der Mechaniker Hr. Zinke mit empfehlenswerther Genauigkeit und Sorgfalt. Er besteht in einer Hülse (a), 3" stark, von Rothguß, 5" hoch und 1" innerem Durchmesser, welche den Anker (A) umfaßt. An dieser befinden sich 3 hervorstehende Lappen (b), welche 3 senkrechte starke Schrauben (c) von 2" Länge und  $2\frac{1}{2}$ " Dicke tragen. Diese sind unten zugespitzt und haben auf den Köpfen eine Theilung. Mittelst dieser und dreier emporstehender Messingstäbe (d) ist es möglich, genau zu bestimmen, wie weit die Schrauben gedreht sind. Durch die Hülse selbst gehen 3 Schrauben (e), welche dieselbe an dem jedesmal angewandten Anker (A) befestigen.

Die senkrecht herabgehenden Schrauben (c) mit der Theilung haben den Zweck, durch ihre Drehung den Anker, wenn er von dem Magneten angezogen wird, in beliebiger Entfernung von demselben zu halten. Diese 3 Schrauben stehen in einem Kreise, dessen Durchmesser circa  $2\frac{1}{2}$ " ist, so daß sie also keinen der von mir benutzten Magneten selbst berühren. Die unter dem Anker befindlichen Magneten tragen daher eine Messinghülse mit vorstehendem Rande (f), dessen äußerer Umfang 3" Durchmesser hat, und auf dem eine Scheibe von Spiegelglas ge-

1) Pogg. Ann. Bd. 74, S. 366 – 369.

kittet ist, damit die aufstossenden Schraubenspitzen die Unterlage nicht verletzen, und damit das Einstellen mit gröfserer Genauigkeit gemacht werden könne. Vier Schrauben (*h*) befestigen diese Hülse an dem Magneten.

So war es möglich, durch allmähliges Drehen der 3 Schrauben (*c*), den Anker immer weiter von dem Magneten zu entfernen und die Kraft zu messen, mit welcher er in bestimmten Entfernungen gehalten wurde. Jede dieser Schrauben hatte auf einen preussischen Zoll Länge  $45\frac{1}{2}$  Windung.

Ich habe die Messungen begonnen bei einer Vierteldrehung der Schrauben und entfernte also dadurch den Anker  $\frac{1}{8}$  T" von dem Magneten.

Wenn ich den Versuch mit einem bestimmten Anker begann, so stellte ich die Hülse mit den drei Schrauben auf die am Magneten befestigte Unterlage (*f*) und liefs den in die Hülse gesteckten Anker von dem Magneten anziehen. So bekam jener eine feste Stellung und in dieser befestigte ich nun die Hülse mittelst der Schrauben (*e*) an ihm. Nachdem diefs geschehen, wurde der Strom noch einmal unterbrochen und nun der Anker mit der Hülse an dem Wagebalken hängend aequilibrirt. Ich mufs hier noch bemerken, dafs ich zu dem Messen eigene Gewichte hatte, die alle um so viel leichter waren als der Haken wog, welcher auf dem Hebelarm mit dem angehängten Gewichte verschoben wurde, damit sein Gewicht, das  $\frac{3}{4}$  Loth betrug und nicht mit aequilibrirt werden konnte, nicht etwa die Messungen ungenau mache.

Nachdem aequilibrirt war, setzte ich den Strom wieder ein und nun begannen die Messungen. Zunächst wurde die Anziehung in Berührung bestimmt, welche ich meist schon in früheren Versuchsreihen hatte und die ich also hierbei prüfte. Einige fand ich fehlerhaft, die meisten jedoch stimmten ganz genau. Nach diesen Messungen kommt das schwierigste Geschäft. Ich mufste nämlich nun die bisher etwas zurückgestellten 3 Schrauben (*c*) so einstellen, dafs sie, während der Anker vom Magneten angezogen wurde,



wurde, genau gerade die Glasunterlage (*g*) berührten. Schraubte ich etwas zu weit, so gab dieß sogleich eine merkliche Aenderung in dem Resultat. Ich habe daher diesen Versuch bei jedem neuen Anker öfter gemacht, wobei sich dann zeigte, welches das richtige Resultat sey. Dessenungeachtet ist es immer noch möglich, daß in einigen Fällen aus diesem Grunde Fehler in die Resultate gekommen sind.

War dieser erste Versuch festgestellt, so drehte ich die Schrauben einen Quadranten herum und erhielt dadurch die Entfernung von  $\frac{1}{182}$ " der Anker vom Magneten. Darauf wurde wieder gedreht, ich erhielt die doppelte Entfernung.

Die in den Resultaten vorkommenden Fehler sieht man leicht bei genauer Beobachtung der Reihen und besonders bei einem Vergleich derselben unter einander. Man erkennt aber auch sogleich, daß sie die Zuverlässigkeit der aufgestellten Sätze bei einer so großen Menge von Beobachtungen nicht im Geringsten beeinträchtigen.

Wengleich ich es mir zur Aufgabe gemacht habe, die Anziehung der Elektromagnete selbst zu messen, so sah ich mich dessenungeachtet genöthigt, zuvor Messungen mit verschiedenen Ankern bei demselben Magneten anzustellen, um beurtheilen zu können, was Einfluß des Ankers oder des Magneten sey.

Ich untersuchte also zunächst:

### **Die Wirkung der Anker des Elektromagneten auf Entfernung.**

Die Dicke der Anker.

Die ersten Messungen, welche ich anstellte, waren mit einem Magneten von 1" Durchmesser und 12" Länge mit 336 Windungen auf der ganzen Länge des Eisenkernes vertheilt, wie ich ihn auch bei den früheren Untersuchungen benutzt und beschrieben habe. Diesen Magneten liefs ich zunächst die 6" langen Anker von den Durchmessern 1",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ " und  $\frac{3}{8}$ " anziehen. Die Resultate waren folgende:

Poggendorff's Annal. Bd. LXXX.

32

1. Anziehung der 6" langen 1",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ " dicken Anker durch den 12" langen 1" dicken Magneten bei einer Stromstärke von 20° Ablenkung.

Berührung	Ank. 1" dick.	Ank. $\frac{3}{4}$ " dick.	Ank. $\frac{1}{2}$ " dick.	Ank. $\frac{3}{8}$ " dick.
3,27 Pfd.	4,1 Pfd.	4,76 Pfd.	5,1 Pfd.	
$\frac{1}{4}$ Umdr.	1,1 "	1,25 "	1,4 "	1,6 "
$\frac{1}{2}$ "	0,9 "	0,9 "	0,92 "	0,95 "
$\frac{3}{4}$ "	0,71 "	0,77 "	0,65 "	0,65 "
1 "	0,6 "	0,65 "	0,48 "	0,45 "
2 "	0,38 "	0,36 "	0,23 "	0,194 "
3 "	0,27 "	0,23 "	0,15 "	0,11 "
4 "	0,19 "	0,16 "	0,11 "	0,08 "
5 "	0,15 "	0,12 "	0,084 "	0,062 "
6 "	0,11 "	0,1 "	0,07 "	0,05 "
7 "	0,095 "	0,08 "	0,062 "	0,044 "
8 "	0,08 "	0,063 "	0,05 "	0,032 "
9 "	0,07 "	0,055 "	0,04 "	

Wenngleich ich schon aus früheren Beobachtungen die schnelle Abnahme der Wirkung des Elektromagneten in Entfernungen kannte, so hatte ich in so geringem Abstände sie doch nicht so bedeutend erwartet. In einer Entfernung von  $\frac{1}{4}$  Umdrehung der Schrauben, d. h.  $\frac{1}{128}$ ", beträgt die Anziehung bei dem 1" starken Anker nur  $\frac{1}{3}$  von der in Berührung und bei den schwächeren noch weniger. Bei zunehmender Entfernung wird nun die Differenz zwischen zweien aufeinander folgenden Beobachtungen immer geringer, wie das natürlich ist; jedoch ist die Abnahme des- senungeachtet so bedeutend, dafs sie bei dem 1" starken Anker bei 2 Umdrehungen fast nur  $\frac{1}{10}$  und bei den anderen noch viel weniger beträgt.

Vergleichen wir nun die Reihen unter einander, so finden wir, dafs während in Berührung die Anziehung mit der Abnahme der Durchmesser der Anker bis zu einer bestimmten Gränze zunimmt, in einiger Entfernung vom Magneten sich gerade die umgekehrten Verhältnisse zeigen. Die Anziehung der dünneren Anker nimmt in viel schnellerem Maafse ab, als die starken, so dafs in einiger Entfernung sich ein bestimmtes Verhältnifs herausstellt, nach-

dem dann die Abnahme fortgeht. In diesen Versuchsreihen ist ziemlich genau das Verhältniß der Durchmesser der Anker und wemgleich, wie ich später zeigen werde, die Abweichungen nicht den Versuchsfehlern zugerechnet werden können, so wäre doch möglich, daß gerade ein Eisenstab anders beschaffen seyn könnte als der andere, so daß diese Abweichungen dadurch herbei geführt würden. Um zu sehen, ob sich dieser Satz auch bei anderen Versuchsreihen wirklich herausstelle, untersuchte ich zunächst längere Anker.

II. Anziehung des 12" langen 1" dicken Magneten auf Anker von 9" und 12" Länge und 1" und  $\frac{1}{2}$ " Dicke bei der Stromstärke von 20°.

Berührung	Anker 9" lang				Anker 12" lang.			
	1" dick	Pfd.	$\frac{1}{2}$ " dick.	Pfd.	$\frac{1}{2}$ " dick	Pfd.	$\frac{1}{2}$ " dick.	Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	4,43	"	6,8	"	5,69	"	6,82	"
$\frac{1}{2}$ " "	1,6	"	2,3	"	2,1	"	2,4	"
$\frac{3}{4}$ " "	1,3	"	1,3	"	1,55	"	1,4	"
1 " "	1,1	"	0,92	"	1,15	"	0,9	"
2 " "	0,9	"	0,72	"	0,92	"	0,75	"
3 " "	0,52	"	0,34	"	0,54	"	0,33	"
4 " "	0,36	"	0,18	"	0,35	"	0,19	"
5 " "	0,26	"	0,135	"	0,25	"	0,14	"
6 " "	0,2	"	0,1	"	0,19	"	0,11	"
7 " "	0,155	"	0,08	"	0,15	"	0,09	"
8 " "	0,135	"	0,07	"	0,13	"	0,07	"
9 " "	0,11	"	0,062	"	0,103	"	0,056	"
9 " "	0,096	"	0,05	"	0,09	"	0,04	"

III. Anziehung des 12" langen 1" dicken Magneten auf 6" lange Anker von verschiedenem Durchmesser bei einer Stromstärke von 35°.

Berührung	Anker 1" dick		$\frac{1}{2}$ " dick		$\frac{1}{4}$ " dick		$\frac{1}{8}$ " dick.	
	9	Pfd.	10,5	Pfd.	16,2	Pfd.	14,9	Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	4,6	"	4,6	"	6,4	"	6,2	"
$\frac{1}{2}$ " "	3,5	"	3,10	"	3,8	"	3,4	"
$\frac{3}{4}$ " "	2,9	"	2,6	"	2,85	"	2,4	"
1 " "	2,6	"	2,15	"	2	"	1,7	"
2 " "	1,65	"	1,3	"	0,95	"	0,78	"
3 " "	1,05	"	0,92	"	0,65	"	0,5	"
5 " "	0,60	"	0,52	"	0,46	"	0,28	"
9 " "	0,27	"	0,26	"	0,174	"	0,136	"
15 " "	0,13	"	0,125	"	0,085	"	0,073	"

Wir sehen, dass alle diese Reihen dieselbe Erscheinung zeigen, wie die ersten. Es findet bei den dünneren Ankern eine schnellere Abnahme der Anziehung statt und dadurch erreichen sie bald das Verhältniss der Anziehung wie ihre Durchmesser.

Ich habe nun noch zwei Reihen mit 9" langen Ankern angestellt.

IV. Anziehung des 12" langen 1" dicken Magneten auf 9" lange Anker bei der Stromstärke 35°

	Anker 1" dick.	Anker $\frac{1}{2}$ " dick.
Berührung	13,8 Pfd.	19,1 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	6,4 "	7,6 "
$\frac{1}{2}$ "	5,2 "	4,8 "
$\frac{3}{4}$ "	4,3 "	3,4 "
1 "	3,7 "	2,5 "
2 "	2,35 "	1,17 "
3 "	1,47 "	0,71 "
5 "	0,85 "	0,38 "
9 "	0,4 "	0,18 "
15 "	0,21 "	0,09 "

Alle diese Versuchsreihen waren angestellt mit dem 1" starken Magneten. Es fragte sich nun, ob auch in dem Falle, wo der Magnet schwächer ist als der Anker, sich derselbe Unterschied in der Anziehung der verschieden starken Anker herausstellen würde. Ich wählte daher einen  $\frac{1}{2}$ " starken 12" langen Magneten und liess ihn ebenfalls obige Anker anziehen. Das Resultat war folgendes:

V. Anziehung der Anker von 6" Länge durch den 12" langen  $\frac{1}{2}$ " dicken Magneten bei der Stromstärke von 20° Ablenkung.

	Anker 1" dick.	$\frac{1}{2}$ " dick.	$\frac{1}{4}$ " dick.	$\frac{1}{8}$ " dick.
Berührung	5,4 Pfd.	4,9 Pfd.	4,4 Pfd.	4,7 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	1,6 "	1,4 "	1,3 "	1,3 "
$\frac{1}{2}$ "	0,96 "	0,7 "	0,9 "	0,75 "
$\frac{3}{4}$ "	0,67 "	0,6 "	0,67 "	0,51 "
1 "	0,54 "	0,44 "	0,48 "	0,4 "
2 "	0,26 "	0,26 "	0,23 "	0,225 "

	Anker 1" dick.	$\frac{1}{2}$ " dick.	$\frac{1}{4}$ " dick.	$\frac{1}{8}$ " dick.
3 Umdr.	0,16 Pfd.	0,16 Pfd.	0,14 Pfd.	0,13 Pfd.
4 "	0,116 "	0,103 "	0,097 "	0,089 "
5 "	0,088 "	0,081 "	0,072 "	0,062 "
6 "	0,075 "	0,065 "	0,056 "	0,05 "
7 "	0,062 "	0,055 "	0,044 "	0,042 "
8 "	0,053 "	0,044 "	0,034 "	0,031 "

Diese Reihen liefern uns ganz andere Verhältnisse als die mit dem 1" dicken Magneten. Hier ist durchaus nicht von Proportionalität mit dem Durchmesser der Anker mehr die Rede. Alle sind wenig von einander unterschieden. Es ergibt sich hieraus, daß bei solchen Magneten, welche dünner sind als die Anker, sich andere Verhältnisse herausstellen.

Es fragte sich nun, wie sich die Sache verhalte bei noch stärkern Magneten als dem von einem Zoll Durchmesser. Ich nahm daher einen  $1\frac{1}{2}$ " starken Magneten und erhielt:

VI. Anziehung der 6" langen Anker durch einen  $1\frac{1}{2}$ " starken 12" langen Magneten bei einer Stromstärke von  $15^\circ$  Ablenkung.

	Anker 1" dick	$\frac{1}{2}$ " dick	$\frac{1}{4}$ " dick	$\frac{1}{8}$ " dick.
Berührung	1,15 Pfd.	1,65 Pfd.	1,85 Pfd.	2,15 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	0,36 "	0,39 "	0,44 "	0,46 "
$\frac{1}{2}$ "	0,3 "	0,27 "	0,25 "	0,24 "
$\frac{3}{4}$ "	0,26 "	0,22 "	0,187 "	0,17 "
1 "	0,215 "	0,16 "	0,14 "	0,126 "
2 "	0,14 "	0,09 "	0,064 "	0,056 "
3 "	0,1 "	0,06 "	0,044 "	0,034 "
4 "	0,08 "	0,05 "		
5 "	0,07 "	0,04 "		
6 "	0,056 "			

Es zeigt sich bei diesen Versuchsreihen eine langsamere Abnahme der Anziehung, daher zeigt sich erst bei mehreren Umdrehungen eine Annäherung an das Verhältniß zu den Durchmessern. Ich konnte wegen der geringen Anziehung in Berührung die Versuche nicht weit genug fortsetzen

und wählte daher für dieselben Anker und Magneten einen stärkeren Strom und erhielt folgende Resultate:

VII. Anziehung der 6" langen Anker durch den 1½" dicken Magneten bei der Stromstärke 25°.

	Anker 1" dick	Anker ¾" dick	Anker ½" dick.
Berührung	2,7 Pfd.	3,9 Pfd.	4,1 Pfd.
¼ Umdr.	0,9 "	1,2 "	1,3 "
½ "	0,72 "	0,72 "	0,7 "
¾ "	0,62 "	0,57 "	0,51 "
1 "	0,53 "	0,46 "	0,39 "
2 "	0,3 "	0,24 "	0,16 "
3 "	0,22 "	0,15 "	0,11 "
4 "	0,17 "	0,11 "	0,072 "
5 "	0,13 "	0,086 "	0,056 "
6 "	0,11 "	0,078 "	0,044 "
7 "	0,09 "	0,056 "	0,037 "
8 "	0,072 "	0,048 "	
9 "	0,065 "	0,041 "	

Auch diese Reihen zeigen dasselbe Verhältniss wie die vorigen. In einiger Entfernung stellt sich annäherungsweise das Verhältniss wie die Durchmesser heraus.

Alle diese Versuche zeigen uns, *dass unter bestimmten Bedingungen in einiger Entfernung vom Magneten, wenn dieser stärker ist als die Anker, sich die Anziehung annäherungsweise wie die Durchmesser derselben verhält.*

Von Interesse war es mir endlich noch zu sehen, wie die Anziehung eines conisch zugespitzten Ankers in Entfernung sich zu dem gleich starken cylindrischen verhalten würde. Ich nahm daher den 6" langen 1" dicken Anker, welcher durch die conische Zuspitzung eine Berührungsfläche von nur ½" Durchmesser hat. Ich konnte wegen der geringen Anziehung in Betreff der Versuche nicht weit genug fortsetzen

VIII. Anziehung des 6" langen 1" dicken conischen und cylindrischen Ankers durch den 12" langen 1" dicken Magneten bei der Stromstärke 20°.

	conischer Anker.		cyl. Ank. 1" dick.		cyl. Ank. $\frac{1}{2}$ " dick.
Berührung	7 Pfd.		3,27 Pfd.		4,76 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	2 " "		1,1 " "		1,4 " "
$\frac{1}{2}$ " "	1,35 " "		0,9 " "		0,92 " "
$\frac{3}{4}$ " "	0,93 " "		0,71 " "		0,65 " "
1 " "	0,7 " "		0,6 " "		0,48 " "
2 " "	0,3 " "		0,38 " "		0,23 " "
3 " "	0,2 " "		0,27 " "		0,15 " "
4 " "	0,13 " "		0,19 " "		0,11 " "
5 " "	0,1 " "		0,15 " "		0,084 " "
6 " "	0,08 " "		0,12 " "		0,072 " "
7 " "	0,063 " "		0,096 " "		0,06 " "
8 " "	0,055 " "		0,08 " "		0,05 " "

Wir bemerken in diesen Reihen dieselben Erscheinungen, wie bei andern Ankern von geringerem Durchmesser. Er zieht in Berührung mehr als der starke, allein in geringer Entfernung schon weniger. Der Unterschied ist so bedeutend, daß die Wirkung sich mehr dem halb so starken Anker, welcher mit ihm dieselbe Berührungsfläche hat, nähert, als dem von derselben Schwere. Ich habe wegen des Vergleichs auch die Reihe mit dem  $\frac{1}{2}$ " starken Anker mit hinzugefügt.

Das Resultat ist deshalb wichtig, weil hier so deutlich die große Wirkung der Berührungsfläche hervortritt, dagegen die Schwere (Masse) fast ganz verschwindet.

Ich habe denselben Anker noch von dem  $\frac{1}{2}$ " starken Magneten anziehen lassen, und erhielt folgendes Resultat:

IX. Anziehung des 6" langen 1" dicken conischen Ankers durch den 12" langen  $\frac{1}{2}$ " dicken Magneten bei der Stromstärke von 20°.

	conischer Anker.		cyl. Ank. 1" dick.		cyl. Ank. $\frac{1}{2}$ " dick.
Berührung	5,6 Pfd.		5,4 Pfd.		4,4 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	1,45 " "		1,4 " "		1,3 " "
$\frac{1}{2}$ " "	0,9 " "		0,96 " "		0,9 " "
$\frac{3}{4}$ " "	0,65 " "		0,67 " "		0,67 " "



	conischer Anker.	cyld. Ank. 1" dick.	cyld. Ank. $\frac{1}{2}$ " dick.
1 Umdr.	0,48 Pfd.	0,54 Pfd.	0,48 Pfd.
2 "	0,22 "	0,26 "	0,23 "
3 "	0,12 "	0,16 "	0,14 "
4 "	0,1 "	0,116 "	0,097 "
5 "	0,08 "	0,088 "	0,072 "
6 "	0,06 "	0,075 "	0,056 "
7 "	0,04 "	0,062 "	0,044 "

In dieser Reihe finden wir wieder eine Analogie zwischen diesem Anker und den cylindrischen. So wie bei den cylindrischen Ankern nur geringer Unterschied zwischen dem 1" starken und dem von  $\frac{1}{2}$ " Durchmesser stattfindet, ist es auch mit dem conischen. Allein wir sehen auch aus dieser Reihe, dafs es für Entfernung nicht vortheilhaft ist, die Anker zuzuspitzen, damit man das Maximum der Anziehung erhalte.

Aus diesen Resultaten ergibt sich also:

1) Die Anziehung verhält sich in einigen Fällen annäherungsweise wie die Durchmesser der Anker.

2) Zugespitzte Anker zeigen in Entfernung geringere Anziehung als cylindrische von demselben Durchmesser.

Ich kann nicht unterlassen in diesem Kapitel noch Eini- ges über beobachtete Einzelheiten zu bemerken.

1) In allen Versuchsreihen, wo die Berührungsfläche  $\frac{1}{2}$  Durchmesser hat, ist immer die Anziehung, welche sich bei einer Umdrehung der Schrauben, d. h. bei  $\frac{1}{5}$ " Entfernung zeigt, das Doppelte von der bei 2 Umdrehungen.

2) Der 12" lange 1" starke Magnet hält den 6" langen  $\frac{1}{2}$ " starken Anker mit derselben Kraft in Entfernung, als der  $\frac{1}{2}$ " starke 12" lange Magnet den 1" starken 6" langen Anker.

#### Die Länge der Anker.

In welcher Weise sich die Länge der Anker bei gleichem Durchmesser äußere, ergibt sich leicht bei einem Blick auf die früheren Versuchsreihen. Vergleichen wir z. B. die Reihen I und II. mit einander, und in diesen die



Zahlen, welche uns die 6zölligen und 9zölligen Anker unter sonst ganz gleichen Umständen liefern, so finden wir, daß im Allgemeinen dasselbe Verhältniß stattfindet für die Wirkungen in Entfernung als in Berührung. Die Anker, welche in der Nähe mehr ziehen, ziehen auch in jeder Entfernung mehr. Freilich ist das Verhältniß nicht immer dasselbe. Der 1" dicke 9" lange Anker übertrifft den 6" langen in weit höherem Maasse als der  $\frac{1}{2}$ " dicke den von demselben Durchmesser übertrifft. Aehnliches zeigt sich, wenn man die Anker bei der Stromstärke von 35° Ablenkung vergleicht.

*„Die Anziehung der Anker von gleichem Durchmesser wächst mit der Länge derselben.“*

Es versteht sich auch hier von selbst, daß eine Gränze eintritt, wie sich dies hier bei den  $\frac{1}{2}$ " starken 9- und 12zölligen Ankern zeigt. Ich mache darauf aufmerksam, daß diese hier beide in Berührung dasselbe ziehen und auch in jeder beliebigen Entfernung. Dies beruht auf einem ganz allgemeinen Satz, auf den ich später zurückkomme. Es ist dies eine Probe, daß die Versuche fehlerfrei sind; denn wäre in Berührung eine der Beobachtungen falsch, so würden sie nicht durchweg in Entfernung gleich viel ziehen.

Ich stellte mir drittens nun die Frage, wie es sich mit

#### Ankern von gleichem Gewicht

verhalte. Ich bediente mich zu diesem Zwecke der Anker, welche ich schon früher angewandt habe <sup>1)</sup>, um die Wirkung in Berührung zu prüfen. Sie steigen von 1" Länge bis 16" und nehmen dabei verhältnißmäßig an Dicke ab von 2" bis auf  $\frac{1}{2}$ " Durchmesser, in der Weise, daß sie alle gleich viel wiegen.

Ich benutzte 8 Anker, deren Länge war: 1", 2", 4", 5 $\frac{1}{4}$ ", 7 $\frac{1}{2}$ ", 8 $\frac{1}{2}$ ", 12 $\frac{2}{3}$ " und 16".

Ich muß im Voraus erwähnen, daß es einige Schwierigkeit hatte auch die Anker zu prüfen, welche größeren Durchmesser als einen Zoll haben. Einmal ist es über-

1) Pogg. Ann. Bd. 74, S. 471.

haupt schwierig, so kurze Anker genau abzureißen wie längere, und zweitens paßt die Hülse, welche den Anker in Entfernung halten muß, nur auf einen 1" starken Eisenstab, so daß ich sie in diesem Falle am Magneten befestigen mußte. Dazu kommt noch, daß die beiden kürzesten Anker von geschmiedetem Eisen sind, während die längeren aus gewöhnlichem schlesischen Rundeisen bestehen, welches, wie ich glaube, viel gleichmäßigere Consistenz hat.

Ich habe folgende Resultate erhalten:

X. Anziehung der Anker von gleicher Masse durch einen 12" langen 1" dicken Magneten bei einer Stromstärke von 20°.

Länge der Anker	1".	2".	3".	5".	7".	8".	12".	16".
Berühr.	0,83 Pfd.	1,15 Pfd.	2,5 Pfd.	3 Pfd.	4 Pfd.	5 Pfd.	6,6 Pfd.	7,8 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	0,61	0,52	0,82	0,9	1,4	1,7	2,1	2,7
$\frac{1}{2}$ »	0,5	0,47	0,66	0,75	1	1,3	1,15	1,7
$\frac{3}{4}$ »	0,4	0,4	0,56	0,6	0,7	0,97	1	1,3
1 »	0,36	0,38	0,48	0,51	0,6	0,73	0,7	0,66
2 »	0,22	0,24	0,3	0,32	0,4	0,4	0,38	0,41
3 »	0,17	0,15	0,19	0,23	0,26	0,26	0,24	0,26
4 »	0,12	0,12	0,16	0,17	0,18	0,18	0,16	0,17
5 »	0,095	0,105	0,12	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13
6 »	0,078	0,079	0,09	0,1	0,106	0,106	0,106	0,1
7 »	0,065	0,07	0,08	0,093	0,094	0,087	0,09	0,09
8 »	0,058	0,06	0,07	0,08	0,08	0,07	0,077	0,075
9 »	0,05	0,056	0,063	0,07	0,07	0,06	0,066	0,06

Während in Berührung der erste Anker mit einer Kraft gehalten wird, die fast nur  $\frac{1}{10}$  von der ist, mit welcher der letzte angezogen wird, ist in einer Entfernung von 4 Umdrehungen die Anziehung fast bei allen dieselbe. Die Anziehung nimmt um so langsamer ab, je kürzer und dicker der Anker ist.

Es ergiebt sich also aus diesen Versuchen der so wichtige Satz:

„Anker von gleicher Masse ziehen von geringerer Entfernung ab gleich viel.“

Um die Wahrheit dieses Satzes zu bestätigen, habe ich die Anker von 4" Länge ab von demselben Magneten bei

einem Strom von  $35^\circ$ , so wie von dem  $12''$  langen  $\frac{1}{4}''$  dicken Magneten bei der Stromstärke  $20^\circ$  anziehen lassen.

XI. Anziehung der Anker von gleicher Schwere durch den  $12''$  langen  $1''$  dicken Magneten bei einer Stromstärke von  $35^\circ$ .

Länge der Anker	4".	5 $\frac{1}{4}$ ".	7 $\frac{1}{2}$ ".	8 $\frac{1}{2}$ ".	12 $\frac{1}{2}$ ".	16".
Berühr.	8 Pfd.	10 Pfd.	13,5 Pfd.	16,5 Pfd.	27,5 Pfd.	21,5 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	3	3,3	5,5	7	10,5	11,5
$\frac{1}{2}$ "	2,65	2,95	4,7	5,7	6,8	6,4
$\frac{3}{4}$ "	2,3	2,6	3,7	4,05	4,8	4,2
1 "	1,97	2	3	3,2	3,5	3,4
2 "	1,25	1,3	1,7	1,7	1,65	1,55
3 "	0,89	0,98	1,15	1,15	1	0,95
5 "	0,52	0,6	0,65	0,63	0,54	0,51
9 "	0,21	0,27	0,3	0,31	0,27	0,26
15 "	0,106	0,12	0,14	0,15	0,14	0,14

Ich habe wegen der mangelhaften Genauigkeit, so wie wegen der Schwierigkeit, mit der die Versuche mit den kurzen Ankern anzustellen sind, diese weggelassen. Und gewiss liefern Anker von  $4''$  bis  $16''$  Länge schon hinreichende Bürgschaft für die Wahrheit des Satzes, wenn man nur einmal auch die Wirkung der kürzesten gesehen und beobachtet hat, wie langsam deren Abnahme im Verhältniß zu den längeren Ankern ist.

XII. Anziehung der Anker von gleicher Schwere durch einen  $12''$  langen  $\frac{1}{4}''$  dicken Magneten bei einer Stromstärke von  $20^\circ$ .

Länge der Anker	4".	5 $\frac{1}{4}$ ".	7 $\frac{1}{2}$ ".	8 $\frac{1}{2}$ ".	12 $\frac{1}{2}$ ".	16".
Berühr.	4,4 Pfd.	4,6 Pfd.	4,7 Pfd.	5,4 Pfd.	6,4 Pfd.	6,6 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	1,5	1,35	1,45	1,6	1,8	1,8
$\frac{1}{2}$ "	0,98	0,88	0,82	1,05	1,15	1
$\frac{3}{4}$ "	0,72	0,7	0,7	0,8	0,88	0,78
1 "	0,57	0,52	0,5	0,6	0,68	0,58
2 "	0,28	0,26	0,24	0,3	0,33	0,34
3 "	0,17	0,16	0,16	0,18	0,2	0,19
4 "	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,125
5 "	0,094	0,093	0,094	0,09	0,098	0,094
6 "	0,075	0,075	0,075	0,07	0,078	0,075
7 "	0,062	0,054	0,056	0,053	0,058	0,056
8 "	0,05	0,046	0,047	0,044	0,047	0,047

Auch diese Reihen liefern dieselben Resultate und zwar mit noch gröfserer Genauigkeit als die früheren. Ich schreibe dies dem Umstande zu, dafs der Magnet nur  $\frac{1}{4}$ " Durchmesser hat und aus dem Grunde die Berührung so ist, dafs ich mit gröfserer Leichtigkeit die Schrauben richtig einstellen konnte.

Werfen wir nun einen Blick auf die sämtlichen Versuchsreihen und deren Resultate zurück, so ergibt sich klar, dafs die Beobachtung der Anziehung in Entfernung mehr Aufschluß über die bei Magneten waltenden Gesetze giebt, als die Anziehung in Berührung; abgesehen von den Fällen, wo in Berührung sich entgegengesetzte Erscheinungen zeigen. Das Resultat der Anziehung in Berührung ist zum Theil deshalb kein reines, weil fast nie der Anker vom Magneten mit der ganzen Fläche zugleich abreißt, sondern immer die eine Seite um ein Weniges sich eher hebt. Man mufs jedoch erst genau beobachten, um es selbst zu bemerken, denn wenn es sehr merkbar ist, wird freilich das Resultat noch anders. Ich habe mich stets bemüht solche Fehler möglichst zu vermeiden, es gelingt jedoch am wenigsten, je gröfser die Berührungsfläche ist. Daher geben denn die Versuche mit dünnern Ankern oder Magneten immer bessere Reihen als die mit starken. Am meisten fallen die Fehler auf bei der Vergleichung der quadratischen Verhältnisse, auf die ich hier noch besonders aufmerksam machen will:

#### Die Stromstärke.

Ich habe mehrere Versuchsreihen bei der Stromstärke  $35^\circ$  angestellt. Diese ist nahezu die doppelte von der bei  $20^\circ$ , mithin müssen die Anziehungen, welche sich in diesem Falle zeigen, das Vierfache von denen seyn, welche bei  $20^\circ$  Stromstärke auftreten. Die Reihen I und III, II und IV, X und XI liefern uns die Beispiele.

Wir bemerken, dafs in Berührung durchaus zu wenig sich findet, nur der Anker in No. XI, welcher  $12\frac{2}{3}$ " lang ist, zeigt eine specielle Ausnahme, indem er 27,5 Pfd. An-

ziehung hat, während der ihm entsprechende nur 6,6 Pfd. zieht. Jener zieht also sogar 1,1 Pfd. zu viel, was wahrscheinlich auf einem Versuchsfehler beruht. Dafs diese Erscheinungen der zu geringen Anziehung nicht ganz zufällig sind, nicht ganz abhängig von der schlechten Berührung, glaube ich schon aus den vielen Versuchen in der früheren Abhandlung genügend nachgewiesen zu haben <sup>1)</sup>. Ebenso wenig glaube ich aber, dafs bei vollkommener Berührung sich nicht günstigere Resultate für das Gesetz herausstellen sollten. — Ganz anders ist es nun mit den Resultaten, welche sich in Entfernung zeigen. Hier stellt sich fast bei allen schon bei  $\frac{1}{4}$  Umdrehung das richtige Quadrat der Anziehung ein, ja es ist sogar noch etwas zu grofs, da  $35^\circ$  nicht gerade die doppelte Tangente von  $20^\circ$  giebt. Es müfste  $36^\circ$  seyn. Allein ich stehe nicht an, diese Abweichungen auf die Versuchsfehler zu rechnen, und mithin in diesen Reihen den Beweis zu finden für jenen, von Lentz und Jacoby ebenfalls durch directe Messungen gefundenen Satz:

*„Die Anziehung verhält sich (wenigstens in Entfernung genau) wie die Quadrate der magnetisirenden Ströme.“*

### **Anziehung der Elektromagnete in Entfernung.**

Magnete von verschiedenem Durchmesser.

Die Beantwortung der Frage über die Wirkung des Durchmessers der Magnete liefern zum Theil Versuchsreihen, welche ich schon früher hehufs der Wirkung der Anker angestellt habe, so wie einige hinzugefügte neue.

Ich halte es nicht für unnütz die vorn schon aufgeführten Reihen hier zu wiederholen, da sie doch mit den andern zusammengestellt werden müssen.

Ich wandte zunächst 12" lange Magnete von 1" und  $\frac{1}{2}$ " Durchmesser an und mufs erwähnen, dafs diese mit einer Spirale umwunden sind, welche auf 6 Hülsen, je  $1\frac{3}{4}$ " lang, sich befindet. Jede Hülse hat 56 Umwindungen in 2 Lagen über einander. Die Länge aller 6 Hülsen, d. h. die

1) Pogg. Ann. Bd. 74, S. 484 u. f.

Länge sämtlicher Spiralwindungen, ist also  $10\frac{1}{4}$ ", mithin steht der Magnet auf jeder Seite  $\frac{3}{4}$ " aus der Spirale hervor.

XIII. Anziehung des 6" langen 1" dicken Ankers durch Magnete von 12" Länge und 1" und  $\frac{1}{2}$ " Dicke bei der Stromstärke 20° und 35°.

Berührung	Stromstärke 20°		Stromstärke 35°	
	Magnet 1" dick. 3,27 Pfd.	$\frac{1}{2}$ " dick. 5,4 Pfd.	1" dick. 9 Pfd.	$\frac{1}{2}$ " dick. 13 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	1,1 "	1,4 "	4,6 "	6 "
$\frac{1}{2}$ "	0,9 "	0,96 "	3,5 "	3,7 "
$\frac{3}{4}$ "	0,71 "	0,67 "	2,9 "	2,7 "
1 "	0,6 "	0,54 "	2,6 "	2,1 "
2 "	0,38 "	0,26 "	1,65 "	0,92 "
3 "	0,27 "	0,16 "	1,05 "	0,57 "
4 "	0,19 "	0,116 "	0,8 "	0,4 "
5 "	0,15 "	0,088 "	0,6 "	0,3 "
6 "	0,11 "	0,075 "	0,46 "	0,24 "
7 "	0,09 "	0,062 "	0,38 "	0,19 "
8 "	0,08 "	0,053 "	0,33 "	0,15 "
9 "	0,07 "	0,045 "	0,27 "	0,13 "
15 "			0,13 "	0,06 "

Ich habe darauf Versuche mit kürzeren Magneten, nämlich von 9" Länge angestellt.

XIV. Anziehung des 6" langen 1" dicken Ankers durch 9" lange Magnete bei einer Stromstärke von 28° 38'.

Berührung	Mag. 1" dick. 2,6 Pfd.	Mag. $\frac{3}{4}$ " dick. 3,2 Pfd.	Mag. $\frac{1}{2}$ " dick. 4,4 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	0,82 "	1 "	1,35 "
$\frac{1}{2}$ "	0,67 "	0,77 "	0,85 "
$\frac{3}{4}$ "	0,55 "	0,62 "	0,58 "
1 "	0,49 "	0,51 "	0,48 "
2 "	0,3 "	0,29 "	0,22 "
3 "	0,21 "	0,2 "	0,14 "
4 "	0,15 "	0,14 "	0,098 "
5 "	0,12 "	0,11 "	0,072 "
6 "	0,097 "	0,084 "	0,056 "
7 "	0,08 "	0,07 "	0,045 "
8 "	0,064 "	0,06 "	
9 "	0,054 "	0,047 "	

Wir sehen hier erst nach vielen Umdrehungen Annäherung an das Verhältniß des Durchmessers der Magnete von 1" und  $\frac{1}{2}$ " Dicke. Bei dem  $\frac{3}{4}$ " starken tritt es gar nicht ein. Es scheint also nicht allein der Durchmesser, des Ankers, sondern auch die Länge der Magnete schon das Verhältniß zu ändern, welches hier bei den 12" langen Magneten gerade stattfindet. Ist hier eine Analogie mit den Ankern, so muß das Verhältniß ganz verschwinden, wenn ich den Magneten durch einen dünneren Anker, als der stärkste Magnet ist, anziehen lasse.

Ich wählte einen 6" langen 1" starken und ebenso einen  $\frac{1}{2}$ " starken Magneten und liefs diese den 12" langen  $\frac{1}{2}$ " dicken Anker, bei einer Stromstärke  $47^{\circ} 27'$ , welche durch 112 Windungen ging, anziehen.

XV. Anziehung der 6" langen 1" und  $\frac{1}{2}$ " starken Magneten auf den 12" langen  $\frac{1}{2}$ " starken Anker. Strom  $47^{\circ} 27'$ .

	Mag. 1" dick.	Mag. $\frac{1}{2}$ " dick.
Berührung	5,4 Pfd.	4,3 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	1,5 "	1,4 "
$\frac{1}{2}$ "	0,95 "	0,9 "
$\frac{3}{4}$ "	0,68 "	0,67 "
1 "	0,54 "	0,5 "
2 "	0,26 "	0,24 "
3 "	0,155 "	0,145 "
4 "	0,115 "	0,093 "
5 "	0,085 "	0,07 "
6 "	0,07 "	0,05 "
7 "	0,056 "	0,04 "
8 "	0,041 "	

Diese beiden Reihen beweisen uns klar, daß ein Verhältniß zwischen den Durchmessern der verschiedenen Magnete, wie es die HH. Lentz und Jacoby angegeben haben, nicht angenommen werden kann.

Später von mir gefundene Sätze begründen auch die Annahme ganz anderer Verhältnißmäßigkeit zwischen den Magneten von verschiedener Dicke, deren experimentelle



Untersuchung ich jedoch bisjetzt noch nicht unternommen habe, weil die nöthige gleichzeitige Berücksichtigung der Durchmesser der Anker, ja vielleicht auch die Länge derselben, die Untersuchung sehr complicirt macht. Diefs halte ich wenigstens für gewifs, dafs man bei der Untersuchung der Wirkung des Eisenkerns nicht diesen allein, sondern immer das System von Magnet und Anker ins Auge fassen mufs.

Was nun die Wirkung auf Entfernung überhaupt anbetrifft, so beweisen uns diese Reihen, dafs durchweg der Satz gilt:

*Die Anziehung der Eisenstäbe (Magnete oder Anker) nimmt bei Entfernung in um so gröfserem Verhältnisse ab, als diese dünner werden.*

Länge der Magnete.

Der Elektromagnet besteht aus der Spirale und dem Eisenkerne. Ist nun von der veränderten Anziehung durch Modification der Längenausdehnung die Rede, so dürfte man folgerecht nur eine Verlängerung oder Verkürzung des Eisenkerns mit der Spirale darunter verstehen. Allein dabei drängen sich zugleich die Fragen auf, wie es sich verhalte, wenn einer dieser beiden Theile geändert wird.

Bei der Veränderung der Längenausdehnung der Spirale sind wieder die beiden Fälle möglich, dafs entweder dieselbe Anzahl der Windungen nur auf eine gröfsere Länge ausgedehnt wird, oder dafs die gröfsere Länge durch eine hinzugefügte Anzahl neuer Windungen hervorgebracht wird. Ich beginne mit dem letzten Falle und werde der Reihe nach folgende Fragen beantworten:

1. Welchen Einflufs hat eine gröfsere Anzahl von Windungen?
2. Welchen Einflufs hat eine Verlängerung der Spirale ohne dafs die Anzahl der Windungen vergrößert wird?
3. Welchen Einflufs hat die Verlängerung des Eisenkerns?
4. Welchen Einflufs hat die Verlängerung des ganzen Magneten, d. h. des Eisenkerns mit der Spirale?



Welchen Einfluss hat eine grössere Anzahl von Windungen?

Wenn von der grösseren Anzahl der Windungen die Rede ist, so können diese in zweifacher Weise den Eisenkern umgeben, entweder die Spirale wird dadurch *nicht länger* oder sie wird *länger*.

Wenn die Spirale durch die grössere Anzahl der Windungen nicht länger wird, so müssen mehr Windungen sich über einander befinden und wir erhalten dann den Fall, welchen die HH. Lentz und Jacoby in ihrer Abhandlung <sup>1)</sup> behandelt haben. Das Resultat ist:

*„Die Totalwirkung sämmtlicher, einen Eisenkern umgebender, Windungen ist gleich der Summe der Wirkung der einzelnen Windungen.“*

Dieser Satz ist durch die Inductionswirkung des Magnetismus, welcher durch Unterbrechen des Stromes hervorgerufen wird, gefunden. Dafs sich nun aber die *Anziehung* nicht immer in derselben Weise zeigt wie der Inductionsstrom, haben wir schon früher gesehen, es fragt sich also, wie sie sich in diesem Falle zeige?

Um diess zu untersuchen nahm ich eine Spirale von 4" Länge mit 304 Windungen ungefähr  $\frac{3}{4}$ " starken Kupferdrahtes, der so gewickelt war, dafs zwei Drähte neben einander liefen, so dafs ich den Strom durch die halbe und ganze Anzahl der Windungen gehen lassen konnte und immer gleiche Entfernung der Windungen, sowohl vom Eisenkern überhaupt, als auch besonders von der Berührungsfläche desselben hatte.

Diese Spirale steckte ich über den 12" langen 1" dicken Magneten, so dafs dieser gerade 2" aus ihr hervorragte; dann leitete ich einen Strom, welcher die Nadel auf 14° 34' ablenkte hindurch. Ich liess erst den Strom durch den einen, dann durch beide Drähte nach einander gehen, so dafs erst 152, dann 304 Windungen von derselben Stromstärke durchlaufen wurden. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung,

1) Pogg. Ann. Bd. 47, S. 252. u. f.

Poggendorff's Annal. Bd. LXXX.

dafs ich den Strom immer mittelst des Widerstandmessers regulirte, und also bei diesem den Widerstand verringern oder eine stärkere Säule nehmen mußte, wenn sich der Widerstand in der Spirale vergrößerte:

Das Resultat war dies:

**XVI. Anziehung des 12" langen 1" dicken Magneten auf den 6" langen 1" dicken Anker bei verschiedener Anzahl von Drahtwindungen und der Stromstärke 14° 34'.**

	152 VVindungen.	304 VVindungen.
Berührung	0,77 Pfd.	3,1 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	0,21 "	0,98 "
$\frac{1}{2}$ "	0,18 "	0,83 "
$\frac{3}{4}$ "	0,14 "	0,68 "
1 "	0,125 "	0,57 "
2 "	0,08 "	0,34 "
3 "	0,055 "	0,23 "
4 "	0,04 "	0,16 "
5 "		0,13 "
6 "		0,11 "
7 "		0,083 "
8 "		0,07 "
9 "		0,062 "

Wir sehen hier bei der Anziehung in Berührung genau 4 mal so große Anziehung bei der doppelten Windungszahl als bei der einfachen. Die folgenden Anziehungen sind größer als das 4 fache bis bei 2, 3 und 4 Umdrehungen wieder nur die 4 fache Anziehung eintritt.

Hiernach fände ein Verhältniß statt, wie die Quadrate der Windungszahl.

Ich wählte darauf einen 12" langen  $\frac{3}{4}$ " starken Magneten, welcher dieselben Verhältnisse wie der vorige gab:

XVII. Anziehung des 12" langen  $\frac{3}{4}$ " starken Magneten auf den 6" langen 1" dicken Anker bei verschiedener Windungszahl und gleichem Strom =  $14^{\circ} 34'$ .

	152 VVindungen.	304 VVindungen.
Berührung	0,78 Pfd.	3,2 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	0,2 "	1 "
$\frac{1}{2}$ "	0,16 "	0,8 "
$\frac{3}{4}$ "	0,13 "	0,65 "
1 "	0,1 "	0,52 "
2 "	0,06 "	0,3 "
3 "	0,037 "	0,18 "
4 "		0,13 "

Wir sehen bei diesen Versuchen ebenfalls wieder in Berührung genau die 4 mal so große Anziehung, in den Entfernungen wieder mehr. Ich konnte wegen der geringen Anziehung die Reihen nicht weit fortsetzen und wählte daher noch eine andere Reihe, wo derselbe Magnet durch zwei solcher Spiralen (also durch 608 Windungen und durch die Hälfte), welche sich unter einander befanden, magnetisirt wird durch den Strom der die Nadel auf  $14^{\circ} 34'$  ablenkte.

XVIII. Anziehung des 6" langen 1" dicken Ankers durch den 12" langen  $\frac{3}{4}$ " starken Magneten bei 304 und 608 Windungen bei dem Strom  $14^{\circ} 34'$ .

	304 VVindungen.	608 VVindungen.
Berührung	1,3 Pfd.	6 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	0,65 "	4 "
$\frac{1}{2}$ "	0,48 "	2,5 "
$\frac{3}{4}$ "	0,38 "	1,8 "
1 "	0,3 "	1,45 "
2 "	0,177 "	0,7 "
3 "	0,11 "	0,42 "
4 "	0,08 "	0,31 "
5 "	0,06 "	0,23 "
6 "	0,048 "	0,18 "
7 "	0,029 "	0,14 "
8 "		0,12 "

Wir finden auch hier dieselben Erscheinungen wie bei den vorigen Versuchen. Vergleichen wir diese quadratischen Verhältnisse, besonders die Abweichungen von dem Quadrat, mit denen bei der Anziehung in Bezug auf die *Quadrate der Ströme*, wie sich zeigt in den Reihen I und III, II und IV, X und XI, so finden wir, daß hier in Berührung die quadratische Anziehung größer ist als dort. Dort ist die Anziehung in Berührung immer kleiner als das richtige Quadrat der Ströme, in jeder Entfernung aber zeigte sich durchschnittlich die Anziehung dem Quadrat der Ströme genau proportional.

Wenn nun in jenen früheren Fällen das nicht genaue Quadrat in Berührung seinen Grund in äußern Uebelständen hat, so mußte hier sich dieselbe Ungenauigkeit zeigen wie dort, wenn wirklich ebenfalls quadratische Verhältnisse stattfinden. Zeigen sich hier nicht dieselben Fehler, so ist entweder nicht dasselbe Verhältniß, oder die Umstände, unter denen hier die Anziehung stattfindet, sind nicht dieselben wie dort. Es ist aber hier Alles dasselbe wie dort, außer der Spirale. Diese Spirale ist nun freilich eine ganz andere. Während die früher immer angewandten Spiralen nur aus 2 Lagen viel dünneren Kupferdrahtes, der mit Seide besponnen ist, bestehen, so daß sie im Ganzen nur  $1\frac{1}{4}$ " Durchmesser haben, hat die jetzt angewandte Spirale 8 Lagen mit Wolle besponnenen Kupferdraht und erreicht dadurch einen Durchmesser von  $3\frac{5}{8}$ ". Hierdurch wird nun die Seitenwirkung größer, und dies könnte wohl auf den nur 2" entfernten Anker so influiren, daß sich obige Abweichung zeigte. Ist dies der Fall, so mußte wieder die Erscheinung wie früher eintreten, wenn ich die Spirale mehr von der Berührungsfläche entfernte. — Ich that dies. Ich schob die Spirale fast an das andere Ende des Magneten, so daß dieser um 7" aus derselben hervorstand. Jetzt war keine bedeutende Einwirkung auf den Anker mehr wahrscheinlich, ich hatte jetzt ungefähr dasselbe Verhältniß der weiten Spirale zum Magneten in Be-

zug auf die Seitenwirkung als unter den früheren Verhältnissen die enge Spirale.

Ich liefs nun wieder den 12" langen  $\frac{3}{4}$ " dicken Magneten den 6" langen 1" dicken Anker bei einer Stromstärke 25°, bei einfacher und doppelter Windungszahl, anziehen und erhielt folgende Resultate:

XIX. Anziehung des 12" langen  $\frac{3}{4}$ " dicken Magneten auf den 6" langen 1" dicken Anker durch 152 und 304 Windungen bei der Stromstärke von 25°.

	152 VWindungen.	304 VWindungen.
Berührung	0,35 Pfd.	1,8 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	0,15 "	0,6 "
$\frac{1}{2}$ "	0,11 "	0,43 "
$\frac{3}{4}$ "	0,084 "	0,32 "
1 "	0,073 "	0,28 "
2 "	0,042 "	0,15 "
3 "		0,1 "
4 "		0,07 "
5 "		0,055 "
6 "		0,04 "

Außerdem stellte ich noch 2 Versuche in demselben Sinne an. Ich nahm den 12" langen 1" dicken Magneten und liefs ihn den 6" langen  $\frac{1}{2}$ " dicken Anker anziehen bei den Stromstärken 19° und 30° Ablenkung. Ich habe also hier aufer der Spirale Alles geändert um zu sehen, ob auch unter jeder beliebigen Bedingung dasselbe Resultat sich zeigen werde. Ich erhielt diese Reihen:

XX. Anziehung des 12" langen 1" dicken Magneten auf den 6" langen  $\frac{1}{2}$ " dicken Anker durch 152 und 304 Windungen bei den Stromstärken 19° und 30°.

	19°	30°
	152 VWind.	304 VWind.
Berührung	0,44 Pfd.	1,5 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	0,1 "	0,25 "
$\frac{1}{2}$ "	0,06 "	0,17 "

	19°.		30°.	
	152 VWind.	304 VWind.	152 VWind.	304 VWind.
$\frac{3}{4}$ Umdr.	0,04 Pfd.	0,18 Pfd.	0,12 Pfd.	0,5 Pfd.
1 "		0,14 "	0,09 "	0,39 "
2 "		0,051 "	0,044 "	0,16 "
3 "		0,038 "		0,11 "
4 "				0,08 "
5 "				0,058 "
6 "				0,037 "

Alle diese Reihen liefern uns wieder dieselbe Erscheinung wie die früheren bei den Quadraten der Stromstärke, und so ist durch diese Versuche außer Zweifel:

„Die Anziehung verhält sich wie die Quadrate der Anzahl der Windungen.“

Wenigstens muß dies bestimmt von der Wirkung in nicht unmittelbarer Berührung behauptet werden. Allein ich glaube auch hier, daß vorzugsweise die mangelhafte Berührung der Grund zu der Abnormität in Berührung ist.

Wenn nun von HH. Lentz und Jacoby gesagt wird, daß die *Totalwirkung* aller Windungen gleich der Summe der einzelnen ist, so muß wenigstens hinzugesetzt werden „auf die *Inductionsspirale*“, denn unter *Totalwirkung* kann auch die *Anziehung* verstanden werden, was vielleicht Hr. Jacoby nicht gewollt hat, was aber doch auch von Physikern dabei gedacht wird. So sagt z. B. das Lehrbuch von Pouillet u. Müller Bd. 2. S. 209: Um beliebig *starke Magnete* zu machen, braucht man nur dickere Eisenstäbe anzuwenden, man braucht nur bei doppeltem, dreifachem etc. Querschnitt des Drahtes doppelt, dreimal etc. so viel Drahtwindungen um das Eisen herumzuführen, um eine doppelte, dreifache etc. *Wirkung* zu haben. Hier ist unter „*starke Magnete*“ und „*Wirkung*“ die Anziehung derselben verstanden.

Der andere Fall, in welchem eine vermehrte Windungsanzahl auftreten kann, ist, daß die Windungen neben einander geordnet werden, und also die Spirale dadurch länger wird, einen längeren Theil des Eisenkerns bedeckt. Um dies zu prüfen, hatte ich schon ein Beispiel in die-

sen Versuchsreihen XVII und XVIII, wo bei den letztern die doppelte Windungszahl neben einander liegt. Ist das Gesetz von den Quadraten richtig, so mußte es hier auch hervortreten, aber die Quadratzahlen mußten etwas zu klein seyn, da die Windungen weiter vom Berührungspunkte entfernt sind. Wir sehen, daß es sich wirklich so verhält. Die vierte Colonne ist nahezu das 16fache von der ersten.

Ich nahm nun noch meine früheren Spiralen und umgab den 12" langen  $\frac{3}{4}$ " dicken Magneten zuerst mit einer, dann mit zweien etc. bis auf 6 Spiralen (d. h. 336 Windungen) immer so, daß der Abstand der nächsten Spirale  $\frac{3}{4}$ " von der Endfläche war.

XXI. Anziehung des 12" langen  $\frac{3}{4}$ " starken Magneten durch verschiedene Spiralen magnetisirt bei dem Strom 20°.

	1 Spir.	2 Spir.	3 Spir.	4 Spir.	6 Spir.
Berührung	0,25 Pfd.	1,4 Pfd.	1,85 Pfd.	3 Pfd.	3,4 Pfd.
$\frac{1}{4}$ Umdr.	0,1	0,32	0,67	1	1,3
$\frac{1}{2}$ "	0,07	0,22	0,46	0,72	0,97
$\frac{3}{4}$ "	0,05	0,17	0,38	0,58	0,75
1 "	0,044	0,14	0,32	0,45	0,62
2 "		0,08	0,17	0,26	0,34
3 "		0,05	0,11	0,17	0,22
4 "			0,08	0,12	0,16
5 "			0,061	0,09	0,12
6 "			0,045	0,07	0,093

Wir finden auch hier dasselbe Resultat. Die Zahlen sind etwas kleiner als der Quadrat der Anzahl der Windungen. Wir bemerken aber ferner, daß das Verhältniß der Anziehung immer enger wird, je mehr die Windungszahl sich vergrößert. — Abgesehen von der Anziehung in Berührung ist die Anziehung einer Spirale zu der von 2 etwas größer als . . . . . 1:3, ebenso ist die von 2:4 Spiralen noch größer als 1:3, die von 3:6 Spiralen ist genau . . . . . = 1:2, die von 1:3 Spiralen . . . . . = 1:7, dagegen die von 2:6 Spiralen etwas größer als = 1:4, und endlich die von 4:6 Spiralen . . . . . = 3:4.

Was die Anziehung in Berührung anbetrifft, so sind auch hier wie bei den früheren Fällen die Resultate für die passenden Verhältnisse zu klein.

Wir finden mithin aus diesen Versuchen:

- 1) „Wenn die Windungsanzahl vergrößert wird, doch so, daß die Windungen neben einander geordnet werden, so findet nicht das vollkommene Verhältniß der Quadrate der Anzahl der Windungen statt.“

Die Zahlen sind etwas kleiner, liegen jedoch den Quadraten nach näher als dem einfachen Verhältniß, bis dies erst bei größerer Längenausdehnung der Spirale eintritt; d. h.

- 2) „Die verhältnißmäßige Zunahme der Anziehung ist bei verhältnißmäßig vermehrter Windungsanzahl um so geringer, je mehr Windungen schon vorhanden sind.“

(Schluß im nächsten Heft.)

### III. Ueber die Thätigkeit der meteorologischen Stationen in Georgien. Aus einem Berichte an den Fürsten Woronzow und aus Briefen an die HH.

L. v. Buch und A. v. Humboldt;  
von Hermann Abich.

#### I. Aus dem Bericht an den Fürsten Woronzow.

Seit Ende des Jahres 1847 ist an sieben Orten in Georgien ein System regelmäßiger Beobachtungen des Baro-, Thermo- und Hygrometers, der Windesrichtung und der Menge des gefallenen Regens und Schnees in unausgesetzter Thätigkeit.

Die vergleichende Tafel, welche diesem Berichte angehängt ist, enthält die Mittelwerthe eines jeden Beobachtungs-Elements (mit Ausnahme des Barometerstands) für



die 12 Monate des Jahres 1848 zu *Baku, Lenkoran, Schemaka, Redut-Kaleh und Kutais* <sup>1)</sup>). Diese Zahlenwerthe, welche die mittleren Resultate von mehr als 8000 mit sorgfältig unter sich verglichenen Instrumenten und zu correspondirenden Stunden angestellten Beobachtungen sind, setzen uns in den Stand, *den ausserordentlichen Einfluss, welchen das asiatische Continent auf die Temperaturvertheilung in Transkaukasien ausübt*, viel positiver als es bisher erlaubt war zu beurtheilen, indem sie uns zugleich die sonderbare und neue Thatsache kennen lehren, dass das Kaspische und Schwarze Meer ihre Etesien oder Moussons haben wie das Mittelländische Meer und der Indische Ocean.

Der continentale Einfluss von Asien, dessen ich eben erwähnte, äussert sich noch deutlicher, wenn man den Gang der Isothermen in unserem Lande verfolgt. Die Skizze der klimatologischen Karte auf Taf. VI. wird die Untersuchung darüber erleichtern. Jedoch ist zu bemerken, dass die Isothermen-Linien, welche die Punkte gleicher Mittelwärme vereinigen, in Bezug auf das Niveau des Meeres gezogen sind. Es folgt daraus, dass die Mitteltemperatur jedes Orts, welcher über dem Meeresspiegel liegt, reducirt werden muss auf die, welche ihr correspondirt, wenn es sich darum handelt, die Verhältnisse des Orts zu irgend einer Isotherme zu untersuchen. So ist die Mitteltemperatur von *Tiflis*  $9^{\circ},81$  R. und die absolute Höhe des Observatoriums fast 1300 par. Fufs. Nimmt man eine Wärme-Abnahme von einem Grade für 500 par. Fufs an, so muss *Tiflis*, reducirt auf den Meeresspiegel, eine mittlere Jahrestemperatur von  $9,81 + 2,60 = 12^{\circ},41$  R. haben. Reducirt man in eben der Weise die mittlere Temperatur von *Kutais* auf den Meeresspiegel, so erhalten wir, da die Höhe dieser Stadt 446 par. Fufs beträgt,  $11,60 + 0,98 = 12^{\circ},49$ . Ein Blick auf die Karte zeigt uns, dass die Isotherme von  $12^{\circ}$  R. *Tiflis* und *Kutais*

1) Durch den Brief von Hrn. v. Humboldt, den ich, als Obiges dem Druck übergeben werden sollte, von Hrn. Prof. Dove mitgetheilt bekam, konnte diese Tafel auf das Jahr 1849 und noch auf einige andere als die genannten Orte ausgedehnt werden. P.

in sehr genauem Verhältniß mit Nizza  $12^{\circ},5$ , Florenz  $12^{\circ},2$ , Rom  $12^{\circ},3$  und Trebisonde  $12^{\circ},2$  verbindet. Von Rom bis Tiflis, welche fast unter derselben geographischen Breite liegen, verläßt die Curve der Isotherme  $12^{\circ}$  nicht eine Zone, welche sich zwischen  $40$  und  $42\frac{1}{2}$  Breite hinzieht. Westlich von Rom sehen wir die Isotherme  $12^{\circ}$  sogar bis zur Breite  $45^{\circ}$  aufsteigen. Oestlich von Tiflis findet offenbar das Gegentheil statt. Statt durch das Kaspische Meer hin und jenseits desselben ihren Gang in der Zone zwischen  $40$  und  $42\frac{1}{2}^{\circ}$  zu verfolgen, biegt die Isotherme von  $12^{\circ}$  plötzlich herab und nähert sich dem Aequator; sie scheint das südliche Küstenland des Kaspischen Meeres zu treffen oder bloß daran vorbei zu streifen, und entzieht sich dann, wegen mangelnder Beobachtungen, der weiteren Untersuchung.

Diese interessante und unerwartete Entdeckung verdankt man den vergleichenden Beobachtungen von *Redut-Kaleh*, *Kutais*, *Baku* und *Lenkoran*, Orten, die trotz eines Breitenunterschiedes von  $4^{\circ}$ , fast eine gleiche Jahrestemperatur genießen. Zerfällt man die vier Orte in zwei Gruppen, so hat man für die westliche, dem schwarzen Meere angrenzende, d. h. für Redut und Kutais, eine Mitteltemperatur von  $11^{\circ},52$  R. und für die östliche, dem Kaspischen Meer benachbarte, d. h. für Baku und Lenkoran, eine Mitteltemperatur von  $11^{\circ},27$  R.

Die allgemeinen Gesetze der Temperatur-Vertheilung auf unserem Erdkörper beweisen, daß zwischen den Parallelen von  $38^{\circ}$  und  $45^{\circ}$  ein Breitengrad einem Unterschied in der mittleren Jahrestemperatur von fast einem Réaumur'schen Grad entspricht. Nimmt man nach diesen theoretischen Betrachtungen, den Breiten-Unterschied von Tiflis, Baku und Lenkoran in Rechnung, so erhält man für Baku eine berechnete Mitteltemperatur von  $13,09$  und für Lenkoran eine von  $13,86$ . Indefs zeigt die directe Beobachtung, daß die wirklichen Temperaturen  $1^{\circ},50$  und  $2^{\circ},62$  geringer sind als sie seyn müßten. Vermöge dieser Depression der mittleren Jahrestemperatur zeigen uns die Zahlen

von Baku und Lenkoran daß daselbst die Winter zwei bis drei Mal strenger sind als zu Kutais und Redut.

Der Anblick der kleinen Tafel (am Schlusse dieses Berichts), welche die an einigen Wintertagen in der Zone zwischen 38 und 44° Br. und westlich von Tiflis beobachteten Temperatur-Minima vergleicht mit den in derselben Zone östlich von Tiflis beobachteten Minimis, zeigt uns für Lenkoran — 9°,1, Baku — 4°,2, Derbent — 11°,8 und Bokhara — 18°,6 R.

Die ungleiche Vertheilung einer selben Menge jährlicher Wärme zwischen den verschiedenen Jahreszeiten äußert sich also in der bestimmtesten Weise in dem Maasse als man von Tiflis aus gegen Osten vorrückt. Die Unterschiede zwischen den Winter- und Sommertemperaturen folgen demselben Gesetze. Die aus diesen Thatsachen hervorgehende Wahrheit ist nicht neu. Allein zu der Zeit, da man sich über die Anpflanzung des Zuckerrohrs zu Lenkoran stritt, ahnte man sicherlich nicht, daß dieser, unter der Breite von Smyrna und Palermo liegende, Ort nicht die Jahres- und Sommertemperatur von Montpellier besitzt, sondern die Wintertemperatur von Trier und Maestricht, und es war gleichfalls unbekannt, daß die klimatischen Bedingungen von Imiretien und Mingrelien für den Versuch einer Kultur dieser Art weit günstiger sind. Wie groß auch die petrographische und physiognomische Aehnlichkeit ist zwischen den Bergen von Lenkoran und denen von Guriel und Imiretien, so verliert doch der Gesamt-Charakter der Vegetation, welche die Berge von Talysch und die sumpfigen Ebenen an deren Füsse bedeckt, das Gepräge einer weniger günstigen klimatischen Disposition. Die immergrünen Sträucher, welche z. B. den Wäldern von Colchis so vielen Reiz verleihen, wie der Lorbeer (*Laurus nobilis*), der selbst in den geschützten Thälern der Umgegend von Kutais reichlich vorkommt, und der Kirschlorbeer (*Laurus cerasus*), meiden gänzlich die nebligen und kalten Winter der Küsten von Talysch und Lenkoran. Der Buchsbaum (*Buxus sempervirens*) gelangt niemals zu jener baum-

artigen und üppigen Entwicklung wie zu Imiretien und Mingrelien z. B. im Thale von Ingur. Selbst die Stechpalme (*Ilex aquifolium*) zeigt sich nur spärlich und verkrüppelt in wenig erhobenen, aber den Nordwinden ausgesetzten Orten. Die Rhododendren und Azalien sind gleichfalls unbekannt zu Talysch und Lenkoran. Das Ansehen und der Charakter der Wälder auf den Bergen von Lenkoran erinnert, so wie man sich ein Paar hundert Toisen über das Niveau der Ebene erhebt, häufig weit mehr an die bewaldeten Berge des Nordens, und so wie man sich der Gränze der Waldregion nähert, bedecken sich die Bäume mit einer Art von grünlich grauem Moose, welches in langen und zarten Bündeln von allen Zweigen herabhängt. Zu Lenkoran hat man keine guten Früchte mehr; sie sind weder schmackhaft noch süß, sondern steinig und halb wild; erst durch eine künstliche Kultur gewinnt man aus den wilden Reben einen leidlich trinkbaren Wein.

Vermuthlich giebt es in ganz Georgien keinen feuchteren Ort als Lenkoran. Wie aus den Beobachtungen hervorgeht, ist die Atmosphäre daselbst fast beständig mit Wasserdampf gesättigt. Die außerordentliche Menge Wasser, die daselbst in Gestalt von Schnee und Regen fällt, trägt offenbar bei zur Erniedrigung der Jahrestemperatur. Der Verlust an Wärme, die latent wird durch Verdampfung der Wassermassen, welche während der regnigten drei Viertel des Jahres auf das sumpfige und bewaldete Littoral herabfallen, muß eine kältende Ursache seyn, deren Wirkung nicht aufgewogen wird durch die der Wärme-Entwicklung bei Bildung der Regen, weil die atmosphärischen Ströme, welche die letzteren erzeugen, zugleich Luft herbeiführen, deren Temperatur geringer als die des Bodens ist. Die Dämpfe, die sich aus dem Kaspischen Meere erheben, werden durch die Nordost- und Nord-Nordostwinde gegen die Region der Südwestküste dieses Meeres getrieben, um dort, durch die Berge von Talysch aufgehalten, sich in Wolken anzuhäufen, aus denen das Wasser gleichsam mechanisch ausgedrückt wird. Aehnliche Vor-

gänge sehen wir zu Kutais, aber alles ist dort umgekehrt. Die Dünste des schwarzen Meeres werden durch die lauen Südwest- und Westwinde in diesen entlegenen Winkel von Colchis getrieben und es fällt daselbst jährlich mindestens dieselbe Menge Wasser wie zu Lenkoran. Allein die Temperatur der Luft und des Windes, welche die Regen herbeiführen, ist höher, und aus diesem Grunde ist die kältende Wirkung der Verdampfung weniger merkbar. Die mäßige Regenmenge, welche zu Baku fällt, und sich zu der zu Lenkoran und Kutais wie 1:4,59 und 1:5,20 verhält, scheint eine Wirkung der Ursachen zu seyn, welche die Temperaturen von Baku höher stellen als die von Lenkoran. Diese Erscheinung entspringt offenbar aus der freien und fast unausgesetzten Bestrahlung der grossen Ebenen, welche der Kura durchläuft. Die außerordentliche Zunahme der absoluten Luftfeuchtigkeit zu Baku während der heisseren und regen-ärmeren Monate des Jahres scheint auch darin ihre Erklärung zu finden.

#### Etesische Winde.

Ein anderes, bisher unbekanntes meteorologisches Phänomen, das uns die Beobachtungen des Jahres 1848 entdecken liessen, betrifft den regelmässigen Wechsel von Winden nach den entgegengesetzten Jahreszeiten, Winter und Sommer; Winden, welche man im Indischen Oceane Moussons, und im Mittelländischen Meere Etesien nennt.

Erwägt man die ungleiche Erwärmung des Meeres und des Bodens, so wie die Verhältnisse der Gestalt und relativen Lage der die Meeresküste bildenden Ebenen und der dieselben umsäumenden Berge, so ist der Grund nicht schwer zu finden, weshalb zu Lenkoran und Redut ein Wechsel in der Windesrichtung stattfindet, so daß im Winter zu Lenkoran ein Nordwest-Mousson herrscht, während zu Redut der Südost-Mousson weht. Im Sommer sind die Rollen vertauscht; zu Redut herrscht der NW. und zu Lenkoran der SO. In Folge dieser regelmässigen Veränderung genießt Redut den grossen Vorzug, wenig-

stens im Winter eine trockne und gesunde Luft zu haben. In dem Maafse aber als die Sommerwärme zurückkehrt, und die Ebene von Colchis sich stärker erhitzt als das Meer, beginnen die westlichen Winde wiederum die Landwinde zu verdrängen und die Luft gelangt bald auf das Maximum ihrer Feuchtigkeit. Die Zunahme und die Stärke der verderblichen Fieber fällt in diese Zeit.

Der Winter-Mousson zu Lenkoran ist ein Landwind, aber desungeachtet ist er viel feuchter als der Ost- und Südostwind, welcher während dieser Jahreszeit zu Redut weht, wie wir eben gesehen.

In diesen etesischen Winden des Schwarzen und Kaspiischen Meeres erkennen wir ein sehr auffallendes Beispiel der innigen Beziehung, die zwischen dem hygrometrischen Zustand der Atmosphäre und den die Jahreszeiten bedingenden Epochen vorhanden ist. Diefs ist der Ausgangspunkt einer Gattung von Untersuchungen und Anwendungen klimatologischer Beobachtungen, welche für die Lösung pathologischer Probleme und landwirthschaftlicher Fragen, besonders in Betreff des Weinbaues, ohne Zweifel sehr fruchtbar werden müssen. Der Vergleich ist der Lebensnerv für diese Aufgaben und in demselben Maafse als die Zahl der meteorologischen Stationen systematisch vermehrt wird, wächst auch der absolute Werth der Untersuchungen.

## II. Aus einem Briefe an Hrn. L. v. Buch<sup>1)</sup>.

Tiflis, d. 24. Juni 1849 alt. St.

Die Methode für die Berechnung der Temperaturwerthe war die folgende. — Von Anfang an bemüht für die Beobachtungen die Stunden festzustellen, deren Combination für Tiflis arithmetische Mittel liefert, die sich möglichst wenig von dem wahren Mittel der Tage entfernen, erhielt ich überall gute Beobachtungsreihen, aus denen Werthe abzuleiten waren, die nur einer kleinen Correctur bedurften.

1) Wir heben aus diesem Briefe nur hervor, was den befolgtm Beobachtungsverfahren zur Erläuterung dient.

Diese Correctur wurde auf Grundlage der Tifliser Beobachtungen und der aus denselben abgeleiteten Tabellen über den stündlichen Gang der Wärme daselbst wie gewöhnlich in Anwendung gebracht, mit Hinzufügung jenes veränderlichen Coëfficienten, der auf die Verschiedenheit der Wärmevertheilung von einer Beobachtungsstunde zur andern zwischen Tiflis und dem jedesmaligen Beobachtungs-orte Rücksicht nimmt. Häufig konnte auch von der Formel  $7+2+2\times 9$  Gebrauch gemacht werden, die überall ein scharfes Resultat giebt, welches, wie bekannt, gar keiner Correctur bedarf. Die Listen der Beobachtungen sind an mehreren Stationen reichhaltig genug, um den Werth noch anderer theoretisch zu suchender Formeln für die Stunden-gruppen an den beobachteten Werthen selbst prüfen zu können. Nach meinen Erfahrungen und vielfachen Prüfungen der verschiedenen für die Orte Grusiens tauglichen Stundengruppen darf ich annehmen, daß die in der Tabelle aufgenommenen Werthe so nahe um die Wahrheit oscilliren müssen, daß sie mit derselben als zusammenfallend zu betrachten sind. Indefs bleibt eine Revision dieses Gegenstandes aus den Originalheften, so wie der von mir geführten genau aufgezeichneten Rechnungen einer späteren Zeit vorbehalten.

Ich bemerke hier noch anmerkungsweise Folgendes. Wenn man die Tabelle der stündlichen Wärmevertheilung des vollen Jahres für Tiflis mit den Tabellen von Leith, Padua und Apenrade vergleicht, so findet sich, daß die Momente, an welchen Vor- und Nachmittags die der mittleren Jahrestemperatur entsprechenden Temperaturen auftreten, für Tiflis  $9^h 32^m$  Morgens und  $8^h 19^m$  Abends erfolgen, mithin  $10^h 47^m$  auseinanderliegen. Wenn diese interessanten Momente nun in Padua  $11^h 14'$ , in Leith  $11^h 12'$ , in Apenrade  $11^h 11'$ , in Madras aber nur  $10^h$  auseinanderliegen, so ist es wohl der Beachtung werth, daß Tiflis beinahe auf der Mitte der von NO—SO gerichteten Linie liegt, welche die gerade Entfernung zwischen Leith und Madras darstellt, auch in Betreff der Entfernung jener beiden Mo-



mente von einander ziemlich annähernd eine mittlere Stellung einnimmt.

Das Princip, wornach aus den Angaben des Psychrometers die Dunstspannung der Luft für die 24stündige Periode in den gebräuchlichsten Ausdrucksweisen abgeleitet worden ist, möchte vielleicht weniger tadelfrei seyn. Zuerst versuchte ich das 24stündige Mittel aus den Maximis und Minimis der angegebenen Beobachtungen abzuleiten, allein ich gewann die Ueberzeugung, daß dieser Weg ein sehr unsicherer sey und keineswegs befriedigende Resultate liefere. Aus Gründen, die allerdings weniger mit der Schärfe des mathematischen Beweises der Theorie entnommen wurden, sich vielmehr auf empirische Untersuchungen stützen, für welche mir die Tifliser Tabellen für die Dunstverhältnisse einen vergleichenden Anhaltspunkt gewährten, brauchte ich zur Bestimmung der täglichen und monatlichen Mittel für absolute und relative Feuchtigkeit in den meisten Fällen dieselben Stundengruppen, nach welchen die Temperaturverhältnisse bestimmt wurden, mit Anwendung einer Correctur, die, nach den Tifliser Tabellen berechnet, sich immer nur sehr klein zeigte. Während somit die gewonnenen relativen Dunstspannungen gewiß in richtigen Zahlen ausgedrückt sind, könnte ihr absoluter Werth vielleicht noch eine kleine Veränderung erfahren, sobald eine mit noch vermehrten Reihen vorzunehmende Revision die Anwendung einer anderen Methode gestatten wird, bis dahin darf den jetzigen Werthen ein sehr annähernder Werth von Genauigkeit, meines Erachtens nach, zugeschrieben werden.

Die Pluviometer-Angaben können als zuverlässig betrachtet werden; auch in Bezug auf die Niederschläge in Form von Schnee. Die von mir gegebenen Instructionen sind genau befolgt worden, auch waren die auf jeder Station befindlichen doppelten Maafsflaschen für jedes Pluviometer von mir selbst besonders für jeden  $\frac{1}{100}$  Zoll calibriert. Ein Fehler von Seiten des Instrumentes ist also nicht zu fürchten. Das Maafs ist hier der engl. Zoll.

Die Windverhältnisse habe ich, gedrängt von der Zeit,

vor



vor der Hand auf die alleinige Angabe ihrer relativen Häufigkeit, die Summe aller = 1000 genommen, beschränkt. Die interessanten Erscheinungen des Windwechsels nach den Jahreszeiten zeigen sich in dieser Darstellungsweise schon ganz deutlich. Die Uebersicht des meteorologischen Verlaufs des Januarmonats 1849 für 12 Orte in Grusien bedarf wohl kaum eines Commentars; es liegen Thatsachen darin, welche wohl die ganze Wichtigkeit zeigen, die noch fernere vollständig durchgeführte Jahreslisten für die Wissenschaft haben werden.

Fünf monatliche vollständige Beobachtungsjournale von 1849 befinden sich bereits in der besten Ordnung ausgeführt in meinen Händen. So steht die diesjährige Januartemperatur in Lenkoran und Baku in einem unverkennbaren Zusammenhange mit der geringeren Quantität der Niederschläge und der ganz entgegengesetzten Richtung des herrschenden Windes im Vergleich mit dem Januar 1848. Für Redut und Kutais blieben, unerachtet der aufsergewöhnlichen Massen der Schneeniederschläge, die Temperaturverhältnisse nahe constant mit denen von Januar 1848. Die frappanten Contraste in den Temperaturverhältnissen des Januar zwischen Schuscha und Alexandropol, Orten, die nur um 1000 Fufs in absoluter Erhebung differiren, begründen gleichfalls eine interessante Wahrnehmung. Von allen 12 Beobachtungspunkten hatte Schuscha im Januar jedenfalls die mildeste, und Alexandropol die kälteste Temperatur. Es scheint die hohe Januartemperatur in Schuscha einer anhaltenden oberen Luftströmung zugeschrieben werden zu müssen, die vom NW, der am ganzen Kaukasus herunter herrschte, zur Seite gedrängt worden zu seyn scheint, weshalb auch das gegenüberliegende Schemaka, ungeachtet einer um 1400 Fufs geringeren absoluten Erhebung, bedeutend kälter blieb. Der wahre Herd der excessiven Kälte von Alexandropol schien, wie immer, in den Schneeeinöden des vulkanischen Hochgebirgs mit seinen ausgedehnten Plateauverhältnissen zu liegen, wo sich die Quellengebiete des Kura (Hochland von Ardahan), des Araxes

und des Murad befinden. Im Winter 1844, wo unsere Beobachtungen in Erivan vom 6. Jan. (alt. Styls) bis zum 15. durch den Greiner'schen Thermometrographen folgende Minima anzeigten: — 22; — 17; — 22; — 24; — 25; — 25,2; — 25; — 22 — 20° R., geben die Listen von Alexandropol, durch den Oberst Wittrowsky geleitet, bis zu 31° R. Kälte ganz in Uebereinstimmung an.

In diesem Jahre scheint eine aufsergewöhnliche Kälte am oberen Euphrat- und Tigrisflußgebiet geherrscht zu haben; ja es soll sogar der Tigris in der Breite von Mosul gefroren gewesen seyn. Wir werden über diese Verhältnisse genaue Nachrichten durch die Beobachtungen der Missionare erhalten. In genauer wissenschaftlicher Verbindung mit dem Dr. Smith, einem ihrer Hauptpersonen, den ich in Erzerum kennen lernte, war es lange mein Wunsch, diese Verbindung mit jenen thätigen und wissenschaftlich unermüdet arbeitenden Leuten, durch einen Besuch in Urmia und Mosul noch enger und nutzbringender zu gestalten. Es wäre das Alles leicht auszuführen; es wäre möglich ein geregeltes System gleichzeitiger Beobachtungen von Astrabad an über Teheran, Mosul, Beirut, Jerusalem, Smyrna, Brussa, Constantinopel und zurück über Trebisonde bis nach Grusien zu erhalten, indem die Missionare sehr bereitwillig einem gemeinsamen Plane sich anschließen würden. Ich wollte die Ausführung eines solchen Planes ohne große Schwierigkeit und Kosten garantiren. —

### III. Aus einem Briefe an Hrn. A. v. Humboldt.

Tiflis, den 28. Febr. 1850 alt. St.

— Die Beobachtungen von 1848 hatten das unerwartete und interessante Resultat gegeben, daß der Isothermengürtel zwischen 11 und 12° R., nachdem er den Isthmus zwischen dem Schwarzen und Kaspischen Meere im Süden des Kaukasus quer durchsetzt hat, vom Ufer des Kaspi-See an eine plötzliche Einbiegung gegen Süden und zwar dergestalt erleidet, daß die mittlere Jahrestemperatur von Redut mit

11,24°, in Lenkoran, und die von Kutais, mit 11,57 in Baku wiedergefunden wird. Das Auffallende dieser Thatsache erschien noch dadurch vermehrt, daß die mittlere Jahrestemperatur am westlichen Eingange zum breiten Verbindungsthal zwischen dem Euxinischen-Seebecken und der Aralokaspischen Depression um 0,25 wärmer gefunden wurde als die des östlichen Ausganges (durch Baku und Lenkoran repräsentirt), wo die südlichste, unter dem Parallel von Palermo gelegene Station Lenkoran unter den vorgenannten Orten die niedrigste Temperatur besaß.

Die Beobachtungen von 1849 bestätigen nun dieses Resultat nicht allein vollkommen, sondern sie zeigen auch, daß das absolute Wärmequantum des vergangenen Jahres für die in Rede stehende Region dasjenige des Jahres 1848 um ein Geringes übertroffen hat. Die Größe dieses Ueberschusses zeigt sich an sämtlichen Beobachtungspunkten mit Ausnahme von Kutais auf eine überraschende Weise nahe constant. Für Tiflis ist sie 0,29, für Redut 0,20, für Baku 0,34, für Lenkoran 0,36. Die größeren Differenzen von 0,34 und 0,36° beziehen sich im Gegensatze zu den Verhältnissen des Jahres 1848 auf eine um 0,16° R. größere Wärme für den kaspischen Küstenstrich. Dieser Constanz in dem Verhältniß der absoluten Temperaturvertheilung steht nun eine nicht minder bedeutsame Divergenz in der relativen Vertheilung der Jahreswärme in den verschiedenen Jahreszeiten an jenen Orten zur Seite, die mit den Abänderungen in der Richtung der Winde und der Vertheilung der Niederschläge auf das Engste verbunden erscheint.

Diese Verhältnisse sind es, welche die bedeutende klimatische Differenz zwischen den beiden Jahren 1848 und 1849 für Transkaukasien bestimmt haben; ein temperirter sehr regenreicher Sommer auf der Westhälfte und ein trockener Sommer auf der Osthälfte des transkaukasischen Isthmus sind ihre Grundzüge. Ohne eine vollständige Bearbeitung des barometrischen Beobachtungsmaterials möchte das Zurückführen dieser Erscheinungen auf ihre wahren Gründe

wohl mehrfach in den Fall führen, die Ursache mit der Wirkung zu verwechseln. Die nahe Uebereinstimmung der Differenzen zwischen den absoluten Temperaturen der Jahre 1848 und 1849 läßt erwarten, daß fortgesetzte Beobachtungen den Parallelismus der Curven für diese auf- und niederschwankende GröÙe auch in Grusien überall als Gesetz erkennen lassen werden. Demgemäß stimmt auch die mittlere Jahrestemperatur von 1849 in Derbent ebenso nahe mit derjenigen von 1847 überein, wie die mittleren Temperaturen der entsprechenden Jahre unter sich in Tiflis.

Die Wichtigkeit der eigenthümlichen geographischen Stellung von Georgien bestätigt sich, durch Tiflis repräsentirt, auf unzweideutige Weise auch in meteorologischer Beziehung. Man hat den Kaukasus oft die geographische Gränze zwischen Asien und Europa genannt, aber mit noch größerem Rechte wird man die klimatologische Gränze zwischen beiden Welttheilen über jene ellipsoidische Uebergirganschwellung führen, welche unter dem Namen des Mestrischen Zuges in einer Richtung, die mit den Streichungslinien des Productenkalks auf Armeniens Hochgebieten parallel läuft, die Tiefländer des Isthmus in zwei ungleiche Hälften sondert. Die westliche Hälfte, das Colchierland, steht unter dem überwiegenden Einflusse des maritimen südeuropäischen Klimas, die östliche Hälfte mit den Plateaustufen des großen Kurathals <sup>1)</sup> dagegen unter dem des continentalen asiatischen Klimas. Karthalinien erhält somit eine mittlere Stellung und darf unter allen Gebieten von Transkaukasien als dasjenige bezeichnet werden, wo die so eben bezeichneten entgegengesetzten Einflüsse sich am Meisten einer gegenseitigen Neutralisirung nähern, die aber nichts destoweniger, insbesondere für das, von der Höhe von Suram (3013 engl. F. über dem Pontus) schon be-

1) Die oberste Plateaustufe des Kurathals würde einestheils die große Thalebene, von Bardjom (2080 engl. F.) an bis Gori (1700 engl. F.), und anderentheils die ausgedehnte Ebene der Liachven, zwischen Gori und Zehinval, umfassen. Den Einfluß dieser bedeutenden Hochebene untersucht die meteorologische Station in Gori.

deutend nach Ost vorgerückte Tiflis, durch das Uebergewicht des continentalen Elements beherrscht und geregelt wird.

Vermochten die Einflüsse des vorjährigen nassen und wohl deshalb kühleren Sommers der pontischen Seite sich auch für Tiflis und, wie es scheint, auch für das südwestlich liegende armenische Hochland geltend zu machen, so bleibt doch die Differenz zwischen der Winter- und Sommertemperatur 1849 in Tiflis in gleichem Verhältniß überwiegend zu derselben Differenz an den westlichen und östlichen Küstenorten in dem früheren Jahre 1848.

	Tiflis	Redut	Kutais	Lenkoran	Baku	Schuscha.
<i>Differenz für 1848</i>	19,57	16,41	15,32	18,91	19,27	

<i>Differenz für 1849</i>	17,90	12,26	13,29	14,22	15,94	13,63
---------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Von Seiten dieser Differenz findet dagegen für Tiflis eine entschiedene Annäherung an die continentalen klimatischen Verhältnisse des armenischen Hochlandes statt. Tiflis 17,90°. Alexandropol 20,30°. Alarich 20,25° R. Mit unverkennbarer Deutlichkeit tritt überall der wichtige Einfluß hervor, welcher von der nordwestlichen Grundrichtung des Kaukasus und der parallelen des sogenannten armenischen Gebirges sowie von den latitudinalen Zügen der trialetischen und der achalzik-imirethinischen Ketten auf Intensität, Vertheilung und Ausgleichung jener entgegengesetzten Einflüsse zweier Welttheile, und somit auf die Individualisirung der partiellen Klimate in Transkaukasien ausgeübt wird.

Auf eine ähnliche aber entgegengesetzte Weise wie im Nordwest der großen ossetinischen Kesselthäler, vom Congutichoch an, der Urgebirgsthail des Kaukasus im Norden von Suanien zu den größten Höhen anschwillt, welche das mächtige System des Elburuz dominirt, nehmen im Südost vom Kasbeck die abwechselnden Diorit- und Schieferhöhen der kaukasischen Kämme allmählig an absoluter Erhebung ab. In dem Schutze jener hohen suanetischen Gebirgswälle wird das colchische Tiefland den östlichen Einwirkungen zwar nicht völlig, aber doch so weit entzogen, daß hoch-

stämmige Apfelsinen- und Citronenbäume, wenige Stunden von Poti entfernt, durch niedrige Hügel vor den nördlichen Winden, die man dort die suanischen nennt, gesichert, alljährig reichliche Erträge tragen <sup>1)</sup> und die umfangreichen Lorbeerwaldgebüsche (*laurus nobilis*) nahe bei Kutais niemals der winterlichen Kälte erliegen. Die südöstliche Kaukasushälfte vermag dagegen dem Herandrängen des continentalen central-asiatischen Elements nur einen bei Weitem weniger wirksamen Damm entgegenzustellen, dessen Einfluss im Osten des Meridians vom Schagdag immer rascher abnimmt. Die Wirkungssphäre des kaspischen Meer-Klimas compensirt nun jenen Mangel entschieden wieder und bringt, im Zusammentreffen mit lokalen Bedingungen für eine potenzirte continentale Sommerwärme, auffallende klimatische Erscheinungen innerhalb der Osthälfte des transkaukasischen Isthmus hervor. Hierdurch wird die kaspische Region in einen außerordentlichen Contrast mit dem pontischen Küstengebiet geführt, und der ersteren eine ganz andere ethnographische und Kulturalentwicklung vorgeschrieben als dem letzteren.

In keinem anderen Theile von Transkaukasien erreichen mittlere Jahres- und Sommertemperaturen, absolute und relative Feuchtigkeit der Atmosphäre eine gleichzeitige grössere Höhe als innerhalb des grossen Deltas der Kurathal-Mündung, welche bereits so vollständig der kaspischen Depression angehört, dass ich schon vor zwei Jahren am Vereinigungspunkt des Araxes mit dem Kur das Flussniveau nur 18 pariser Fufs über dem Spiegel des kaspischen Meeres fand. Aber nirgends ist auch die Quantität der Niederschläge durchgängig für alle Monate der warmen Jahreszeit geringer als in Baku und dem angränzenden südwestlichen Flachlande. Kein Ort in Transkaukasien scheint dagegen an Fülle und Intensität der Niederschläge von Kutais übertroffen zu werden, dessen mittlere Jahrestemperatur sich zwei Jahre hintereinander sehr derjenigen von

1) Die Region dieser Kulturen beginnt zwei Stunden vor dem Gränzort Tschurucku auf dem Wege nach Batumi; ich war im Winter 1849 dort.

Baku genähert hat. Im Jahre 1849 war das Verhältniß der Niederschläge das folgende: Baku = 1; Alexandropol 2,28; Derbent = 2,55; Lenkoran 5,11; Redutkaleh = 7,36; Kutais = 9,16. Dafs diese eigenthümlichen physikalischen Zustände für den menschlichen Organismus keinerlei hervortretende Nachtheile bedingen, demselben vielmehr zuträglich scheinen, dafür spricht der vorzugsweise gute Ruf, den Baku bei Einheimischen und Fremden unter den in sanitätlicher Beziehung mehrfach angefochtenen Städten Transkaukasiens genießt.

Die noch nicht vorgenommene Entwicklung der barometrischen Windrosen für Lenkoran Baku und Derbent wird die eigenthümlichen Windverhältnisse von Baku wahrscheinlich als den frappantesten Ausdruck eines schönen Drehungsgesetzes herausstellen, welches mit örtlichen Modificationen seine Anwendung für das ganze Becken des Caspi-See findet. Alle bisherigen directen Wahrnehmungen an den genannten Küstenorten treten in einen harmonischen Zusammenhang, wenn man sie unter den Gesichtspunkt der Existenz einer nördlichen und einer südlichen Strömung stellt, deren constante Wechselwirkung innerhalb der Längensaxe des kaspischen Meeres eine bewiesene Thatsache ist. Welcher Ansicht über den veranlassenden Grund zu der Bewegung der Luftmassen im entgegengesetzten Sinne innerhalb jener Richtung man auch seyn will, sehe man Aequatorial- und Polarströme in denselben oder suche und finde man ihre, der Deklination der Sonne folgende ambulante Wiege in der physikalischen Beschaffenheit und der Configuration der die aralokaspische Depression umringenden Ländermassen überhaupt: das vorhandene Bestreben der beiden Strömungen, sich gegenseitig zu verdrängen, wird ein bestimmtes Drehungsgesetz zur Folge haben müssen.

Baku, inselartig, aber genau in der verlängerten Axé des kaukasischen Gebirges gelegen, erhält die nördliche Strömung, die in Derbent z. B. rein als solche erkennbar ist, durch das Gebirge und die steil abfallenden nordwestlich



gelegenen Küsten in eine westliche abgelenkt, mehr oder minder gegen den Meridian geneigt. Das Barometer hält sich hoch, die Temperatur niedrig. Der Zug der Wolken in der Höhe verkündet die südliche Strömung, die in Lenkoran die gleichzeitige Richtung der Fahne bestimmt. Leises Fallen des Barometers und Steigen des Thermometers deuten auf herannahendes Herabsinken des oberen Luftstroms. Eine absolute Stagnation der Atmosphäre tritt ein; das fluthartig in den Baku'schen Golf gepresste Meeresniveau sinkt auf den Nullpunkt — und bald beginnt der Südost mit steigender Lebhaftigkeit zu wehen. — So der in häufigen Fällen ganz normale Verlauf des Kampfes in Baku. Die Zwischenwinde sind selten von einiger Dauer und erreichen überhaupt in der wärmeren Jahreshälfte ihr Minimum. Ihr relatives Verhalten, so sehr es auch durch complicirte Verhältnisse in den verschiedenen Jahreszeiten maskirt erscheint, scheint dennoch auf eine Drehung des Windes im Sinne der Windrose durch SWNO nach S zu deuten. Durch die in der täglichen Periode für Redutkaleh mit Schärfe hervortretenden Wechsel zwischen Land- und Seewind schimmert in der jährlichen Reihe sehr deutlich der Wechsel eines südwestlichen Stromes mit einem nordöstlichen und östlichen. Wie der Sommer-Musson in Redut die aus der physikalischen Natur der Umgebung resultirenden ungesunden Einflüsse bis zum Maximum steigert, so stellt sich der Winter-Musson mit seiner trockenen continentalen Luft dem ersteren als eine Wohlthat gegenüber.

Doch es ist befriedigender sich aus dem Gebiete der bis jetzt noch mehr oder weniger problematischen Windverhältnisse der transkaukasischen Tiefländer noch einen Augenblick zu den positiveren Resultaten von Beobachtungen zu wenden, in deren mit Sicherheit zu verbürgen den numerischen Werthen die wichtige klimatologische Bedeutung der Plateauverhältnisse des armenischen Hochlandes in bestimmten Zügen hervorzutreten beginnt. Der Zufall hatte es gewollt, daß ich den ersten Eindruck der reichen Naturverhältnisse von Armenien und insbesondere der Pro-



vinz Ararat unter dem Einflusse eines Jahres empfing, in dem der continentale Charakter des Klimas sich auf eine lange noch nicht dagewesene überaus excessive Weise aussprach. Die Lösung der Fragen im Auge, welche die abnormen Temperatur- und hygrometrischen Verhältnisse der Atmosphäre in der Araratumgebung angehen, hatte ich dafür gesorgt, daß alle meine ambulanten Beobachtungen sich auf die sichere Correspondenz einer in Erivan eingerichteten meteorologischen Station beziehen konnten, durch deren mehr als einjährige Thätigkeit es mir auch möglich wurde, mit Zuziehung des isochronischen einjährigen Barometermittels von Tiflis die mittlere Erhebung der Araxes-Ebene über das Meer auf einen richtigeren Werth zurückzuführen als derjenige ist, der ihr durch das Parrot'sche barometrische Stationsnivelement war beigelegt worden <sup>1)</sup>. Die Resultate, welche ich am Schlusse der einjährigen Reihen (Juni 1844 bis Juni 1845) für die mittleren Temperaturen der Jahreszeiten in Erivan erhielt, erschienen mir dergestalt extrem, daß ich an ihrer Richtigkeit zweifelte, obschon die Ableitung aus den Maximis und Minimis zu denselben Werthen führte, wie die Berechnung geeigneter Stundengruppen der monatlichen Tage.

Juni 17,5, Juli 19,75, Aug. 20,40, Sept. 18,70, Oct. 11,0, Nov. 4,94, Dec. — 2,82, Jan. — 11,97, Febr. — 2,22. (*Sommer* = 19,20) (Maxim. am 4. 6 u. 13. Aug. 30° R.) (*Herbst* 11,53), (Minim. am 12. Jan. — 25,3°). (*Winter* — 4,25), März = 3,78, April 10,36, Mai 14,95. (*Frühling* 9,69).

Nach diesen Daten, welche auf neuen Styl berechnet sind, ergibt sich für die 12 Monate vom Juni 1844 bis 1845 eine mittlere Temperatur von 9,00° R. Für die isochronischen Monate war die mittlere Temperatur in Tiflis 9,62° R. gefunden worden! Der geringe Temperaturunterschied von 0,62° zwischen Orten, welche wie Erivan und Tiflis um 1600 Fufs in verticaler Richtung von einander abstehen, schien mir unmöglich und die durch locale Umstände unvermeidlich gewesene Placirung der Instrumente,

1) Meine Messungen geben die mittlere Erhebung im Meridian des grossen Ararat zu 2400 par. Fufs.

zwar im vollkommenen Schatten, aber doch in der Fensteröffnung eines nach Mittag (SW) gerichteten Zimmers bestimmte mich, die Beobachtungsreihe von Erivan mit dem Fehler einer zu hohen Sommertemperatur behaftet zu halten und dieselben höchstens nur für spätere Vergleiche aufzubewahren. Die vollständigen Beobachtungslisten des Jahres 1849 aus Aralich und Alexandropol, so wie eine, leider unvollständig gebliebene Reihe desselben Jahres aus Erivan gestalten nun die Ansichten über die Brauchbarkeit jener Beobachtungen 1844 entschieden günstiger; der merkwürdige klimatische Charakter der Plateaulandschaften, die dem Ararat im Norden und Nordosten vorliegen, kann jetzt zum ersten Male aus dem Gebiete der unsicheren Schätzung in das der vergleichenden sicheren numerischen Werthe geführt werden.

Wenn es überraschend war, nahe dem Parallel von Smyrna und Palermo, an den Ufern des kaspischen Meeres, die Isotherme von Barcelona und die Isochimene von Trier und Maestricht anzutreffen, so wird man kaum mit geringem Befremden in der Temperaturvertheilung von Alexandropol, St. Lawrence in Nord-Amerika repräsentirt sehen. Aber noch bedeutsamer und folgenreicher scheint es mir, am Fusse des Ararats die Isotherme von Messina, Seringapatnam und Baku sich vereinigen zu sehen, und ebendasselbst die Isochimene vom St. Bernhard anzutreffen, wo die einst blühenden uralten Weingärten des unglücklichen Arguri<sup>1)</sup> nur den Folgen des furchtbaren Naturereignisses von 1840, nicht aber winterlichen Extremen zu erliegen vermochten, von deren Umfang die Beobachtungen aus dem excessiven Jahre 1844 in Erivan eine annähernde Schätzung zu geben vermögen. Die nirgends unter 10° R., wohl aber über 11° gefundenen Temperaturen der vielen Quellen constanter Temperatur auf der Araxes-Ebene, die Intensität und Rapidität der vegetiven Entwicklung im ersten Frühlingsmonat ebendasselbst, der rasche Fortgang jener Entwicklung und die daran geknüpfte Möglichkeit einer doppelten Fructi-

1) Das verschüttete Arguri hat eine absolute Erhebung von 5146, die Weingärten 4013 par. Fufs.

ficationsperiode für die Cerealien auf den grossen Culturdeltas der Zuflüsse des Araxes, das geringe Maafs der absoluten Feuchtigkeit der Atmosphäre und die Geringfügigkeit der Niederschläge, deren Mangel durch die Nähe des grossen Seebeckens des Goktschai nicht wenig ausgeglichen wird: alle diese und noch andere für die Oeconomie der armenischen Naturereignisse so überhaupt wichtigen Momente werden nun als Folge der intensiven Insolation völlig verständlich, welche jene Hochebene erhält, deren Absorptions- und Emissionsvermögen nicht wenig von ihrer eigenthümlichen geognostischen Beschaffenheit abzuhängen scheint.

Die ausserordentliche Winterkälte von Alexandropol ist ein Phänomen, dessen alljährliche, dem Anschein nach durchaus constante Wiederkehr auf Ursachen zurückgeführt werden zu müssen scheint, die unabhängig von den etwaigen Migrationen sogenannter Kältepole in unmittelbarer Nähe wirken. Ich kann diese Ursachen nur vermuthen in der eigenthümlichen geographischen Stellung von Alexandropol, in dem Mittelpunkt einer Hochebene von 4500 Fufs absoluter Erhebung, welche von den mächtigsten vulkanischen Systemen umringt ist, in denen der Theil des alt-armenischen Hochlandes das Maximum seiner Dimensionen gewinnt, auf dem die Quellengebiete des Kur und des Arkurean oder Arpatschai liegen. Die gegen NW von Alexandropol sanft ansteigende Hochfläche von Schuragel endet auf den Höhen des Ringsalles, welcher das 116 Quadratwerst einnehmende Wasserbecken des Tchyldir einschliesst, dessen absolutes Niveau dasjenige des Goktschai übertrifft; in SO schwillt auf einer Basis von 170 Werst Umfang die flache Wölbung des Alagez an; in SW entwickelt die noch flachere Wölbung des Alidja-Sytems mit einer Basis von 200 Werst im Umfang seine systematisch vertheilten Kegelgruppen, eine Wölbung an deren Peripherie die altarmenischen Königsitze Kars 5200 und Ani 4380 (Fufs absol. Erheb.) liegen; in NO endlich beginnt die majestätische Reihe von langgedehnten domartigen Wölbungen des Alagez, Agrikar und Tschischtäppa, die in den Abulkegeln, ein weites Gebiet von Kraterseen begreifend, an den latitudinalen Zü-

gen der trialethischen Ketten absetzt und ihre gewaltigen Doleritströme über pyroxenführende Labrador- und Mandelsteine und deren sedimentären Trümmerbildungen in die Tiefe des Thalspaltes von Bardjom hinabsendet. Die mit preiswürdiger Genauigkeit seit December 1848 <sup>1)</sup> ausgeführten meteorologischen Beobachtungen in Alexandropol, deren Resultate die relative Brauchbarkeit mehrjähriger früher daselbst gemachter Beobachtungen beweisen, messen nun meiner Ansicht gemäß ganz vorzüglich den in Bezug auf seine Anfangs- und Endperioden alljährlich oscillirenden Einfluß der absoluten Schneebedeckung jenes außerordentlichen Hochgebiets auf das Klima von Alexandropol.

Die Station von Schuscha, in reichbewaldeter Umgebung auf stark gegen NO geneigtem und königsteinartig isolirt, in die Atmosphäre aufragendem Kalkspathplateau, 3600 par. Fuß über dem Meere gelegen, bestimmt dagegen im schroffen Gegensatze mit Alexandropol den Effect der Wärmequelle, die von der Oberfläche des Kaspi-Sees nach näher zu erforschenden Gesetzen in den oberen Regionen der Atmosphäre in der winterlichen Jahreszeit auf die karabagischen Parallelketten im Süden des Kaukasus ausgeht und einen so augenscheinlichen Mitantheil an dem Reichthum der Naturereignisse jener schönen Gegenden nimmt.

Die solchergestalt von den maritimen Gebieten des transkaukasischen Isthmus in terrassenförmigen Abstufungen bis zu den armenischen Plateauböhen hinanführenden Beobachtungsstationen scheinen wohl geeignet, zu der baldigen Lösung solcher Fragen zu führen, die nicht allein „Erweiterung der Wissenschaft“, das höchste Ziel jeder ächten Forschung, sondern auch mancherlei Aufklärung verheissen, die einer wohlthätigen Nutzenanwendung für die Interessen der Bewohner dieser Länder fähig erscheinen.

1) Unter umsichtiger Leitung des trefflichen Ingenieur-Obersten Gernet, die in Aralich unter der des ritterlichen Obersten Chreschatynsky. (Die subalternen gut unterwiesenen Beobachter bekommen, wie überall, eine fixe Gage dafür.)

Einige Resultate der auf den meteorologischen Stationen in Grusien in den Jahren 1848 und 1849 angestellten Beobachtungen.

	Lufttemperatur R°.	Fenchigkeit absolute e".	Fenchigkeit relative $\frac{e''}{e}$	Regen- u. Schnee- wasser. engl. Lin.	Winde auf 1000.	Lufttemperatur R°.	Fenchigkeit absolute e".	Fenchigkeit relative $\frac{e''}{e}$	Regen- u. Schnee- wasser. engl. Lin.	Winde auf 1000.
Tiflis — 41° 42' N. Br. — 1300 par. F. Meereshöhe.										
1848.										
Januar	— 0,93	1,34	0,80	0,800	NV 412	— 1,21	1,47	0,71	0	VV 409
Februar	+ 0,78	1,43	0,78	0,000	NV 407	+ 2,50	1,61	0,74	0	VV 399
März	+ 6,41	2,09	0,68	3,523	NV 406	+ 4,71	1,75	0,65	2,242	N 385
April	+ 10,01	2,52	0,59	0,567	NV 304	+ 10,38	2,55	0,60	0,379	SO 344
Mai	+ 14,19	3,77	0,66	3,646	NV 302	+ 14,31	3,38	0,58	1,048	N 283
Juni	+ 17,48	4,63	0,60	2,692	NV 460	+ 16,91	4,21	0,59	2,644	N 363
Juli	+ 20,88	4,85	0,52	0,925	NV 448	+ 19,07	5,35	0,64	4,863	N 281
August	+ 19,97	4,46	0,51	0,588	NV 286	+ 19,15	5,29	0,65	1,210	N 217
September	+ 15,28	3,76	0,60	1,200	NV 352	+ 16,13	3,84	0,65	2,286	N 349
October	+ 11,45	3,23	0,68	0,075	NV 464	+ 11,90	3,40	0,70	0,639	S 237
November	+ 8,19	2,80	0,79	0,200	NV 353	+ 6,25	2,15	0,69	0,680	S 257
December	— 0,05	1,44	0,80	0,000	NV 533	+ 3,72	1,96	0,79	1,751	N 219
Winter	— 0,06	1,40	0,79	8,000		+ 2,47	1,89	0,74		
Frühling	+ 10,24	2,79	0,64	7,736		+ 9,76	2,56	0,61	3,669	
Sommer	+ 19,41	4,64	0,58	4,205		+ 18,37	4,95	0,62	8,717	
Herbst	+ 11,60	3,26	0,69	1,475		+ 11,42	3,13	0,68	3,605	
Jahr	+ 10,23	3,02	0,67	14,216		+ 10,52	3,13	0,66	15,991	

1849.

Redukaleh — 42° 16' N. Br. — 19 par. F. Meereshöhe.																			
1848.																			
Lufttem- peratur. R°.		Feuchtigkeit absolute e''.		relative e'' e		Regen- u. Schnee- wasser. engl. Lin.		VVinde auf 1000.		Lufttem- peratur R°.		Feuchtigkeit absolute e''.		relative e'' e		Regen u. Schnee- wasser. engl. Lin.		VVinde auf 1000.	
Januar	+ 3,59	1,16	0,71	0	SO 452	+ 3,95	1,91	0,76	3,312	NO 290									
Februar	+ 5,23	1,81	0,63	0	SO 421	+ 4,17	1,97	0,78	5,750	SO 406									
März	+ 6,90	2,52	0,77	0	SVV 278	+ 5,53	2,33	0,78	5,365	NO 377									
April	+ 10,38	3,13	0,73	0	NVV 392	+ 10,89	3,34	0,73	0,548	SVV 285									
Mai	+ 12,37	4,31	0,85	3,446	NVV 576	+ 13,47	4,38	0,77	2,840	SVV 496									
Juni	+ 17,15	5,85	0,80	6,627	NVV 391	+ 15,85	5,41	0,81	5,313	SVV 548									
Juli	+ 18,96	6,49	0,80	1,148	NVV 413	+ 18,03	6,48	0,83	13,426	SVV 548									
August	+ 19,14	6,84	0,83	7,813	SVV 368	+ 18,80	6,56	0,79	2,775	SVV 433									
September	+ 15,50	4,93	0,77	3,072	SO 418	+ 14,66	4,84	0,79	11,137	SO 232									
October	+ 12,91	4,06	0,79	0,755	O 390	+ 13,63	4,08	0,72	1,705	NO 347									
November	+ 10,22	3,33	0,80	4,260	SO 730	+ 10,17	2,52	0,58	1,213	NO 521									
December	+ 2,93	1,32	0,50	8,496	SO 765	+ 7,78	2,48	0,70	3,197	O 405									
Winter	+ 4,01	1,43	0,61	0		+ 5,30	2,12	0,73	12,259										
Frühling	+ 9,95	3,32	0,78	0		+ 9,91	3,35	0,76	8,773										
Sommer	+ 18,41	6,39	0,81	15,568		+ 17,56	6,15	0,81	21,514										
Herbst	+ 12,87	4,40	0,78	11,087		+ 12,82	3,81	0,69	14,055										
Jahr	+ 11,21	3,81	0,74			+ 11,41	3,85	0,74	56,601										

1849.

	Lufttem- peratur R°.	Feuchtigkeit absolute e''	relative $\frac{e''}{e}$	Regen- u. Schnee- wasser. engl. Lin.	VVinde auf 1000.	Lufttem- peratur R°.	Feuchtigkeit absolute e''	relative $\frac{e''}{e}$	Regen- u. Schnee- wasser. engl. Lin.	VVinde auf 1000.
Kutais — 42° 13' N. Br. — 446,5 par. Fufs Meereshöhe.										
1848.										
Januar	+ 3,06			6,580	NO 355				6,580	NO 355
Februar	+ 4,83			4,817	O 456				5,472	O 235
März	+ 7,44			4,965	SVV 303				5,433	O 267
April	+ 12,13			1,690	SVV 296				1,355	O 530
Mai	+ 13,85			4,310	SVV 354			0,64	3,785	O 280
Juni	+ 18,23			2,294	SVV 382			0,73	4,533	SVV 111
Juli	+ 19,51			2,165	SVV 335			0,85	8,800	VV 369
August	+ 19,42			5,705	SVV 266			0,80	4,399	O 415
September	+ 15,66			3,755	SVV 305			0,82	4,540	O 381
October	+ 12,41			7,020	NO 192			0,71	2,300	O 482
November	+ 10,58			3,580	O 315			0,73	3,255	O 582
December	+ 2,12			11,475	N 314			0,87	2,221	O 441
Winter	+ 3,33			22,872					14,273	
Frühling	+ 11,14			11,412					28,305	
Sommer	+ 19,05			12,164				0,82	17,731	
Herbst	+ 12,88			14,355				0,74	10,095	
Jahr	+ 11,60			60,123					70,405	



	Feuchtigkeit		Regen- u. Schnee- wasser. engl. Lin.	Winde auf 1000.	Lufttem- peratur R°.	absolute		relative $\frac{e''}{e}$	Feuchtigkeit	absolute $e''$ .	relative $\frac{e''}{e}$	Lufttem- peratur R°.	Winde auf 1000.	Regen- u. Schnee- wasser. engl. Lin.	Winde auf 1000.
	absolute $e''$ .	relative $\frac{e''}{e}$				absolute $e''$ .	relative $\frac{e''}{e}$								
Lenkoran — 38° 44' N. Br. — 17 par. F. Meereshöhe.															
1848.															
Januar	+ 0,31	1,62	0,88	5,412	NV 594	+ 2,31	1,82	0,81	1849.	2,608	0,81	NO 299	2,608	NO 299	
Februar	+ 1,62	1,38	0,90	1,093	NV 243	+ 5,18	2,45	0,81		0,745	0,81	SO 333	0,745	SO 333	
März	+ 6,47	2,85	0,92	6,256	SO 438	+ 6,50	2,40	0,80		2,587	0,80	SO 428	2,587	SO 428	
April	+ 9,89	3,62	0,88	0,197	SO 535	+ 9,23	3,39	0,85		9,103	0,85	SO 400	9,103	SO 400	
Mai	+ 15,15	5,31	0,79	2,501	SO 597	+ 14,91	5,09	0,81		0,678	0,81	SO 578	0,678	SO 578	
Juni	+ 18,16	6,19	0,79	2,601	SO 372	+ 17,66	5,50	0,70		0,541	0,70	SO 512	0,541	SO 512	
Juli	+ 21,28	6,87	0,72	0,010	SO 504	+ 21,06	7,04	0,71		0,090	0,71	SO 439	0,090	SO 439	
August	+ 20,41	6,49	0,72	3,615	NO 318	+ 20,23	6,82	0,74		0,478	0,74	SO 282	0,478	SO 282	
September	+ 16,61	5,73	0,83	6,584	SO 353	+ 15,40	5,57	0,82		8,881	0,82	NO 308	8,881	NO 308	
October	+ 13,61	4,76	0,87	5,070	NO 335	+ 12,80	4,54	0,86		4,155	0,86	NO 252	4,155	NO 252	
November	+ 10,01	3,42	0,82	9,930	NO 403	+ 7,84	3,53	0,87		4,228	0,87	NO 294	4,228	NO 294	
December	+ 1,62	1,58	0,98	3,144	NV 396	+ 5,81	2,59	0,86		5,165	0,86	NV 413	5,165	NV 413	
Winter	+ 1,05	1,82	0,88	15,652		+ 4,43	2,38	0,82		8,518	0,82		8,518		
Frühling	+ 10,50	3,92	0,86	8,954		+ 10,24	3,62	0,82		12,368	0,82		12,368		
Sommer	+ 19,96	6,51	0,74	6,216		+ 19,65	6,45	0,71		1,109	0,71		1,109		
Herbst	+ 13,41	4,63	0,84	21,584		+ 12,01	4,54	0,85		17,264	0,85		17,264		
Jahr	+ 11,24	4,23	0,83	52,406		+ 11,58	4,24	0,80		39,259	0,80		39,259		



	Lufttem- peratur R°.	Feuchtigkeit		Regen - u. Schnee- wasser. engl. Lin.	Winde auf 1000.	Lufttem- peratur R°.	Feuchtigkeit		Regen - u. Schnee- wasser. engl. Lin.	Winde auf 1000.
		absolute e''	relative $\frac{e''}{e}$				absolute e''	relative $\frac{e''}{e}$		
Baku 40° 21' 20" N. Br. — 31 par. F. Meereshöhe.										
1848.										
Januar	+ 0,44	1,73	0,94	0,315	NO 324	+ 2,81	1,96	0,84	0,095	SSW 474
Februar	+ 2,60	1,91	0,86	0,330	NW 302	+ 4,44	2,12	0,79	0,505	NNW 476
März	+ 5,50	2,54	0,89	0,360	NW 399	+ 4,95	2,13	0,78	0,240	SSO 454
April	+ 9,98	3,26	0,78	0,055	SO 521	+ 9,17	3,04	0,76	0,450	NNW 391
Mai	+ 14,42	4,36	0,70	0,225	NW 548	+ 13,92	4,66	0,77	0,200	NNW 397
Juni	+ 19,05	5,68	0,75	0,600	NW 482	+ 17,74	5,64	0,69	0,060	NNW 696
Juli	+ 20,91	7,98	0,83	0,025	NW 490	+ 21,52	7,28	0,76	0,185	NNW 565
August	+ 21,37	8,32	0,84	0,025	NW 603	+ 21,79	7,47	0,78	0,230	NNW 438
September	+ 17,68	6,10	0,82	0,035	SO 414	+ 17,13	5,32	0,72	1,935	NNW 545
October	+ 14,16	4,64	0,76	0,215	NW 484	+ 14,89	4,74	0,80	0,895	SSO 745
November	+ 10,39	3,18	0,80	0,200	NW 554	+ 9,03	3,21	0,81	1,685	SSO 352
December	+ 3,12	2,04	0,85	4,160	SW 444	+ 5,47	2,44	0,84	1,200	NNW 367
Winter	+ 1,87	1,85	0,88	6,805		+ 4,24	2,17	0,82	1,800	
Frühling	+ 9,96	3,38	0,74	0,640		+ 9,34	3,27	0,77	1,890	
Sommer	+ 20,44	7,32	0,80	0,650		+ 20,18	6,73	0,74	0,475	
Herbst	+ 14,01	4,64	0,79	3,450		+ 13,68	4,42	0,77	4,515	
Jahr	+ 11,57	4,30	0,82	11,545		+ 11,83	4,14	0,77	7,680	

Schemacha 40° 37' N. Br. 2245 par. F. Meereshöhe.				Schuscha . . Br. 3628 par. F. Meereshöhe.					
1848.				1849.					
Lufttemperatur R°.	Feuchtigkeit absolute e''.	Feuchtigkeit relative $\frac{e''}{e}$	Regen- u. Schnee- wasser. engl. Lin.	Winde auf 1000.	Lufttemperatur R°.	Feuchtigkeit absolute e''.	Feuchtigkeit relative $\frac{e''}{e}$	Regen- u. Schnee- wasser. engl. Lin.	Winde auf 1000.
Januar	— 2,61		1,53	VV 346	+ 0,66			0	VV 347
Februar	— 2,65		0,30	NV 407	+ 0,92			0	O 427
März	+ 5,32		2,16	SVV 277	+ 1,90			0,860	O 564
April	+ 10,01		1,66	VV 302	+ 5,59			0,795	O 598
Mai	+ 13,81		1,39	SVV 433	+ 10,52			3,496	O 598
Juni	+ 16,69		1,58	SVV 318	+ 13,80			4,515	NV 229
Juli	+ 19,64		0,93	NV 320	+ 14,95			3,740	NV 358
August	+ 18,83		0,69	NO 265	+ 15,10			1,120	NV 393
September	+ 14,53		0,53	NV 320	+ 10,50			3,580	NV 413
October	+ 10,41		0,91	SVV 391	+ 7,88			0,035	NV 484
November	+ 6,18		2,22	NV 337	+ 3,19			0,275	NV 420
December	+ 1,51		0,62	NV 474	+ 1,38			0,715	NV 233
Winter	+ 2,25		2,45		+ 0,98				
Frühling	+ 9,71		5,65		+ 6,00			5,171	
Sommer	+ 18,38		3,20		+ 14,61			9,375	
Herbst	+ 10,37		3,66		+ 7,19			3,890	
Jahr	+ 9,05		14,96		+ 7,19				

Lufttemperatur R°	Feuchtigkeit		Regen - u. Schnee- wasser engl. Lin.	VVinde auf 1000.	Lufttemperatur R°	Feuchtigkeit		Regen - u. Schnee- wasser. engl. Lin.	VVinde auf 1000.
	absolute e''	relative $\frac{e''}{e}$				absolute e''	relative $\frac{e''}{e}$		
Alexandropol 40° 47' N. Br. 4521 par. F. Meereshöhe.									
1849.									
Januar	7,69	0,85	0,915	0	—	2,04			NW 322
Februar	—	0,92	0,726	0	—	0,19			NW 407
März	—	1,91	1,755	N	—	4,69			NW 532
April	—	2,07	1,945	NO	—	10,90		0,345	SO 489
Mai	—	2,85	2,375	SVV	—	14,51		0,143	VV 212
Juni	—	3,08	2,239	NO	—	17,69		0,560	NW 330
Juli	—	3,88	3,197	NO	—	20,83		1,105	NW 588
August	—	3,57	0,475	NO	—	21,51		0,080	NW 404
September	—	2,81	2,622	NO	—	14,95		0,675	NW 248
October	—	2,53	0,402	NO	—	9,78		0,130	VV 250
November	—	1,05	0,350	N	—	3,19		0,000	VV 259
December	—	1,37	0,575	NW	—	1,12		0,535	VV 260
Winter	—	5,21	2,237		—	9,24			
Frühling	—	4,82	5,762		—	9,96			
Sommer	—	15,09	5,822		—	20,01		1,745	
Herbst	—	6,76	3,334		—	9,34		0,805	
Jahr	—	5,33	17,576		—	9,70			

1849. Derbent 42° 3' 40" N. Br.

Minima, beobachtet an einigen Wintertagen in der Zone zwischen 38° und 43° N. Br.

	Lufttemperatur R°.	Feuchtigkeit		Niederschläge engl. Lin.	Winde auf 1000.	Orte.	Nördliche Breite.	Mitteltemperatur.	Winter- Minima.
		absolute e°.	relative $\frac{e''}{e}$						
Januar	+ 1,08	1,92	0,78	0,125	N 360	Florenz	43° 46'	+ 12,2	6,8
Februar	+ 2,58	1,94	0,83	0,445	N 449	Pisa	43 43		5,0
März	+ 3,30	2,00	0,81	0,350	N 365	Nizza	43 41	12,5	7,7
April	+ 7,73	2,84	0,80	0,371	SO 480	Toulon	43 7	12,1	8,0
Mai	+ 13,32	4,28	0,77	0,750	SO 340	Rom	41 54	12,3	4,7
Juni	+ 17,24	5,45	0,67	0,618	N 261	Nespej	40 51	13,4	2,3
Juli	+ 21,03	6,66	0,68	0,995	SO 274	Lissabon	38 41	13,1	2,6
August	+ 20,53	6,73	0,73	0,852	SO 411	Tiflis	41 42	10,01	13,1
September	+ 15,56	5,12	0,78	3,604	SO 227	Redut		11,21	6,6
October	+ 13,12	4,33	0,84	5,440	SO 269	Lenkoran		11,24	9,1
November	+ 6,79	2,91	0,82	0,680	S 219	Kutais		11,60	7,3
December	+ 3,59	2,24	0,88	4,980	N 280	Baku		11,57	4,2
Winter	+ 2,41	2,03	0,83	5,550		Derbent		10,23	11,8
Frühling	+ 8,11	3,04	0,81	1,471		Bokhara			18,6
Sommer	+ 19,60	6,28	0,69	2,465					
Herbst	+ 11,82	4,21	0,81	10,124					
Jahr	+ 10,23	3,89	0,78	19,610					

IV. *Ueber die quantitative Bestimmung der Oxalsäure und über die Trennung derselben von der Phosphorsäure; von Heinrich Rose.*

---

Die Oxalsäure wird aus den Auflösungen ihrer löslichen Salze meistentheils als oxalsaure Kalkerde gefällt. Da in dieser jedoch der Wassergehalt bei verschiedenen Temperaturen verschieden ist, so pflegt man sie durchs Glühen in kohlen saure Kalkerde zu verwandeln, aus deren Gewicht man das der Oxalsäure bestimmen kann.

Unlösliche Verbindungen der Oxalsäure, wie z. B. die oxalsaure Kalkerde, können durch Kochen mit einer Auflösung von kohlen saurem Kali oder Natron zersetzt werden, worauf man aus der von der kohlen sauren Kalkerde getrennten Flüssigkeit die Oxalsäure, nach Sättigung derselben mit einer Säure, wiederum als oxalsaure Kalkerde fallen kann.

Im Allgemeinen indessen läßt sich die Kalkerde genauer durch Oxalsäure, als umgekehrt die Oxalsäure durch die Auflösung eines Kalkerdesalzes niederschlagen und bestimmen.

Schon der Umstand, dafs man bei der Fällung der Oxalsäure vermittelt eines Kalkerdesalzes einen Ueberschufs derselben anwendet, und die Flüssigkeit gewöhnlich mit Ammoniak zu übersättigen pflegt, macht Vorsicht nothwendig, damit die gefällte oxalsaure Kalkerde nicht mit kohlen saurer Kalkerde verunreinigt werde.

Die oxalsaure Kalkerde hat aber ferner die Neigung, sich mit kleinen Mengen des fallenden Kalkerdesalzes zu verbinden. Schon vor längerer Zeit hat Fritzsche ein Doppelsalz von oxalsaurer Kalkerde und von Chlorcalcium beschrieben. Es wird zwar durch Wasser zersetzt, aber eine sehr geringe Menge von Chlorcalcium bleibt nach dem vollständigen Auswachen noch in der oxalsauren Kalkerde, und löst man dieselbe in verdünnter Salpetersäure auf, so

wird die Auflösung durch salpetersaures Silberoxyd, wie-wohl nur unbedeutend, getrübt.

Wenn man daher oxalsaure Kalkerde durch Kochen mit einer Auflösung von kohlen saurem Alkali zerlegt, die von der kohlen sauren Kalkerde getrennte Flüssigkeit mit Chlorwasserstoffsäure übersättigt und nach Vertreibung der Kohlensäure, Ammoniak im Uebermaafs und Chlorcalcium hinzufügt, so erhält man zwar die richtige Menge der kohlen sauren Kalkerde, die man erhalten sollte, aber einen kleinen Ueberschuß an oxalsaurer Kalkerde.

Ein weit besseres Resultat erhält man, wenn man die Auflösung, welche das oxalsaure und überschüssige kohlen saure Alkali enthält, durch Essigsäure schwach sauer macht, und nach Vertreibung der Kohlensäure, sie, ohne sie mit Ammoniak zu übersättigen, durch Chlorcalcium fällt.

Als Hr. Weber 1,237 Grm. oxalsaurer Kalkerde auf diese Weise behandelte, erhielt er 0,850 Grm. kohlen saure Kalkerde, und eine Quantität von oxalsaurer Kalkerde, die nach dem Glühen und nach Behandlung des Geglühten mit kohlen saurem Ammoniak 0,820 Grm. kohlen saurer Kalkerde gab. Diese beiden Mengen sind zwar nicht vollkommen gleich, aber die oxalsaure Kalkerde ist nicht ganz vollkommen unlöslich in Essigsäure und in der, freilich sehr geringen Menge von Chlorwasserstoffsäure des hinzugefügten Chlorcalciums. Als daher die von der oxalsaurer Kalkerde getrennte Flüssigkeit vermittelst Ammoniak übersättigt wurde, entstand zwar sogleich keine Trübung, aber doch nach mehrstündigem Stehen eine sehr geringe, welche etwas oxalsaure, und sehr viel kohlen saure Kalkerde enthielt.

Von der zum Versuch angewandten oxalsaurer Kalkerde gaben 1,386 Grm. nach dem Glühen und der Behandlung mit kohlen saurem Ammoniak 0,938 Grm. kohlen saure Kalkerde. Sie enthielt also 13,42 Proc. Wasser, was etwas mehr als einem Atom entspricht. Durch die Zersetzung der oxalsaurer Kalkerde durch kohlen saures Alkali war

etwas mehr kohlensaure Kalkerde erhalten worden, als dieser letzten Bestimmung entspricht.

Sicherer kann man die Oxalsäure in ihren in Wasser löslichen und unlöslichen Verbindungen bestimmen, wenn man durch sie Gold aus einer Goldchloridauflösung reducirt. Zugleich kann sie auf diese Weise ihrer Menge nach sehr genau gefunden werden, wenn sie mit andern Säuren, namentlich mit Phosphorsäure in Verbindungen enthalten ist, von der man sie sonst schwer trennen kann. Beide Säuren kommen aber zusammen im Guano vor.

Die Reduction des Goldes aus seiner Chloridauflösung geht leicht und schnell von statten, wenn die Auflösung der oxalsäuren Verbindungen keine oder nur wenig freie Chlorwasserstoffsäure enthält. Ist aber viel freie Chlorwasserstoffsäure vorhanden, so kann in concentrirten Auflösungen selbst durch langes und anhaltendes Kochen gar kein Gold aus der Auflösung reducirt werden; es gelingt dieß erst, wenn das Ganze mit einer großen Menge von Wasser verdünnt worden ist, aber auch dann geschieht die Reduction des Goldes vollständig erst nach langem Kochen. Weder Schwefelsäure noch Phosphorsäure äußern eine ähnliche Wirkung wie Chlorwasserstoffsäure, denn auch bei Anwesenheit ziemlich bedeutender Mengen jener Säuren erfolgt eine Reduction des Goldes durch Oxalsäure auch in concentrirten Lösungen, besonders wenn das Ganze bis zum Kochen erhitzt wird.

Schon Berzelius hat sich der Goldauflösung bedient, um die Zusammensetzung der Oxalsäure zu controliren <sup>1)</sup>, nachdem zuerst Pelletier auf die Zersetzung der Oxalsäure durch eine Goldauflösung aufmerksam gemacht hatte. Später hat man sich häufig der Oxalsäure bedient, um das Gold quantitativ in Auflösungen zu bestimmen, besonders wenn dieselben noch andere Metalle enthielten, gegen welche Oxalsäure keine reducirende Wirkung äußert. Aber mit demselben Vortheil kann andererseits die Goldauflösung angewandt werden, um die Oxalsäure bei Gegenwart von

1) Schweigger's Jahrbuch Bd. 3, S. 422.

vielen andern Säuren mit Genauigkeit ihrer Menge nach zu bestimmen.

Hr. Weber behandelte eine Auflösung von 1,830 Grm. neutralem oxalsaurem Kali und 2,170 krystallisirtem phosphorsaurem Natron ( $\text{Na}^2 + \text{H} + \text{P}$ ) mit einer Natriumgoldchloridauflösung im Uebermaafs. Das angewandte neutrale oxalsaure Kali gab durchs Glühen 73,98 Proc. kohlen-saures Kali; es enthielt also 11,06 Proc. Wasser, was mehr als einem Atom entspricht; das phosphorsaure Salz, das nicht die gewöhnliche Menge von Wasser enthielt, hinterliefs nach dem Glühen 49,40 Proc. pyrophosphorsaures Natron.

Die Reduction des Goldes fing schon nach wenigen Augenblicken an; das Reducirte wurde aber erst nach 24 Stunden filtrirt. Es betrug 1,320 Grm. Diese entsprechen 0,725 Grm. Oxalsäure; in dem angewandten Salze waren 0,706 Grm. Oxalsäure enthalten. Dieser Unterschied rührt unstreitig daher, dafs in dem oxalsauren Kali wohl etwas mehr Oxalsäure enthalten war, als aus der Menge des daraus erhaltenen kohlen-sauren Kalis geschlossen wurde.

In der vom reducirten Golde getrennten Flüssigkeit wurde das noch aufgelöste Gold durch Oxalsäure abgeschieden, und darauf die Phosphorsäure als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia gefällt. Nach dem Glühen wurden 0,904 Grm.  $\text{Mg}^2 \text{P}$  erhalten, die 0,573 Grm. Phosphorsäure entsprechen. Das angewandte phosphorsaure Salz enthielt aber 0,572 Grm. Phosphorsäure.

Bei einem andern Versuche wandte Hr. Weber 1,015 Grm. oxalsaure Kalkerde und 0,729 Grm. geglühte phosphorsaure Kalkerde ( $\text{Ca}^2 \text{P}$ ) an, welche beide in Chlorwasserstoffsäure gelöst wurden. Die oxalsaure Kalkerde enthielt 0,494 Grm. Oxalsäure, was durchs Glühen einer andern Menge derselben ermittelt wurde.

Die Auflösung der Salze in Chlorwasserstoffsäure wurde mit einem Uebermaafs einer Natriumgoldauflösung lange Zeit gekocht, ohne die mindeste Reduction von Gold be-



wirken zu können. Nachdem das Ganze mit ungefähr dem 5fachen Volumen von Wasser verdünnt worden war, wurde das Kochen in einem Kolben fortgesetzt, und 0,897 Grm. reducirtes Gold erhalten. Diese entsprechen aber 0,492 Grm. Oxalsäure, also sehr nahe der berechneten Menge.

Aus der filtrirten Flüssigkeit wurde das Gold durch Schwefelwasserstoffgas entfernt, worauf sie concentrirt, und die Kalkerde durch Schwefelsäure und Alkohol gefällt wurde. Von der von der schwefelsauren Kalkerde getrennten Auflösung wurde durch Abdampfen der Alkohol entfernt, und die Phosphorsäure als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia gefällt. Nach dem Glühen wurden 0,660 Grm. Mg P erhalten, welche 0,418 Grm. Phosphorsäure entsprechen. In der angewandten phosphorsauren Kalkerde waren 0,408 Grm. Phosphorsäure. Die erhaltene phosphorsaure Magnesia enthielt eine geringe Menge Kalkerde.

#### V. *Die Oberflächen- und Körperfärben des Andersonits, einer Verbindung von Jod und Codeïn; von W. Haidinger.*

(Aus dem November-Hefte 1849 der Sitzungsberichte d. K. Acad. d. Wiss. zu Wien vom Hrn. Verf. mitgetheilt.)

Die Krystalle, welche ich heute der freundlichen Aufmerksamkeit der hochverehrten mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe vorlege, gehören in die Abtheilung derjenigen, welche den einfallenden Lichtstrahl von ihrer Oberfläche mit farbiger Polarisation zurückwerfen, während der durch ihre Masse hindurchdringende Antheil einen von der Farbe des zurückgeworfenen Strahles verschiedenen, und zwar derselben complementären Farbenton zeigt. Sie gehören einem einzelnen Beispiele aus einer Reihe von Kör-

pern an, die sämmtliche Vorkommen des Farbenspectrums in Durchsichtigkeits- und Zurückstrahlungs-, Körper- und Oberflächenfarben vorstellen, mit welchen ich mich seit einiger Zeit beschäftigte, und die ich sehr bald der hochverehrten Classe im Zusammenhange vorzulegen hoffe. Diese Krystalle schienen mir jedoch schon vorher die Vorlage zu verdienen, da sie selbst Ergebnisse von ganz neuen, selbst noch nicht abgeschlossenen, chemischen Arbeiten sind, die mir von dem Unternehmer derselben, Hrn. Dr. Anderson in Edinburg, durch die freundliche Vermittelung unseres verehrten Collegen Hrn. Professors Schrötter unmittelbar übersandt wurden.

Die Krystalle sind tafelartig, scheinbar gleichwinklig-dreieckige Blättchen, und man wird daher versucht, eine rhomboëdrische Symmetrie in der Austheilung der schmalen, an den Rändern vertheilten Begränzungsflächen zu suchen. Bei genauer Betrachtung stellt sich jedoch die Form, ähnlich der abgebildeten, Taf. IV. Fig. 17, als dem anorthischen Krystallsysteme angehörig heraus. Nimmt man die breite Fläche  $o$  als Endfläche oder Basis der Krystallreihe an, so lassen sich  $m$  und  $m'$  als die linke und rechte Fläche eines rhomboidischen Prismas, der Gränze der Reihe der Anorthoide, oder als  $l \propto A/2$  und  $r \propto A/2$  betrachten. Von  $l \propto A/2$  erscheint blofs die diesseitige  $+$ , das jenseitige  $-$  fehlt gänzlich. Die Flächen  $d$  und  $d'$  lassen sich als Längshemidome betrachten, und zwar als  $+rH/2$  und  $lH/2$ ; die Gegenflächen  $+lH/2$ , und  $-rH/2$  fehlen ebenfalls in der polarisch unsymmetrischen Entwicklung. An der Stelle der scharfen Kante zunächst dem Winkel  $g$  sind die Krystallblättchen häufig an einander gewachsen, so dafs dieselbe oft fehlt; die Blättchen divergiren dann fächerförmig. Die Gröfse derjenigen, welche ich vor mir hatte, beträgt etwa drei Linien an der längsten Kante, die Dicke etwa ein Sechstel von einer Linie.

Ich verdanke dem k. k. Bergpracticanten, Hrn. Franz Foetterle, die durch das Reflexions-Goniometer untersuchten Winkelmaafse.

Neigung von  $o$  gegen  $m = 131^\circ 5'$

" "  $o$  "  $m' = 116^\circ 15'$

" "  $d$  "  $d = 77^\circ 42'$

" "  $o$  "  $d = 141^\circ 9'$

" "  $o'$  "  $d' = 141^\circ 9'$

" "  $m$  "  $m' = 147^\circ 0'$

" "  $d$  "  $m' = 128^\circ 0'$

woraus er noch folgende ebene Winkel berechnete:

$a = 143^\circ 58'$   $f = 85^\circ 58'$

$b = 125^\circ 57'$   $g = 36^\circ 2'$

$c = 74^\circ 39'$   $h = 103^\circ 26'$

$d = 118^\circ 51'$   $i = 125^\circ 57'$

$e = 135^\circ 35'$   $k = 61^\circ 9'$

Die Combinationskante  $od$  schließt mit der rechts von derselben liegenden Combinationskante  $om'$  den Winkel  $k$  von  $61^\circ 9'$ , mit der links von derselben liegenden Combinationskante  $om$  einen Winkel von  $82^\circ 49'$  ein; die Basis  $o$  hat also eine rhomboïdische Gestalt, wenn eine Linie, die jenen Combinationskanten parallel ist, die beiden stumpfen Winkel verbindet.

Die stumpfen Winkel des Rhomboides sind  $= 143^\circ 58'$ , die scharfen also  $= 36^\circ 2'$ ; die Diagonalen schneiden sich unter  $104^\circ 24'$  und  $75^\circ 36'$ , sie theilen die stumpfen Winkel in zwei von  $83^\circ 10'$  und  $61^\circ 3'$  wie oben, und die scharfen in zwei Winkel von  $21^\circ 35'$  und  $14^\circ 27'$ .

Die Neigung der zwei Flächen  $d$  und  $d'$  gegen die anliegenden obern und untern Basenflächen erscheinen ganz gleich.

Sämmtliche Messungen gelangen ziemlich gut, da die Flächen, wenn auch schmal, doch glatt und glänzend sind, mit Ausnahme der mit  $m$  bezeichneten ( $+l\infty A\backslash 2$ ), die nur gekrümmt vorkommen.

Die dreiseitigen Krystallblättchen haben eine braune Farbe, ganz dünn sind sie vollkommen durchsichtig. Sie besitzen einen schönen Diamantglanz. Die braune Farbe verändert sich in ein schönes dunkles Orange, wenn man die Krystalle zu feinem Pulver zerreibt. Um sie auf den

Pleochroismus durch die dichroskopische Lupe zu untersuchen, klebt man sie am vortheilhaftesten mit der scharfen Kante bei *g* auf Wachs, und hält sie so vor das Auge, daß die Kante *dd'* horizontal wird. Man beobachtet sodann Fig. 17. Taf. IV. das ordinäre Bild *O* oben, das extraordinäre Bild *E* unten. Bei senkrechtem Einfall des Lichtes erscheint das erstere *O* weit heller, als das letztere *E*, und zwar wechselt jenes je nach der Dicke der Blättchen, von einem blassen Gelblichbraun, durch tiefes Honiggelb bis in Blutroth, während jenes gleichzeitig mit Blutroth beginnt und bald undurchsichtig wird, also ein schwarzes Bild giebt. Bringt man den Krystall, die Kante *dd'* immer noch horizontal, durch eine Drehung nach rechts oder links aus der ursprünglichen Lage heraus, so steigt oder fällt der Grad der Durchsichtigkeit, und zwar ist der Krystall in dem oberen Bilde *O* am durchsichtigsten, wenn man in der Richtung *AA* Fig. 18. Taf. IV., also ziemlich senkrecht auf die Kante zwischen *m* und *m'*, oder senkrecht auf die Axe dieses Prismas hinsieht. Er ist am wenigsten durchsichtig in der Richtung dieser Linie *BB*. Von den Elasticitätsaxen für die doppelte Strahlenbrechung liegt daher nur eine in der Ebene der dreiseitigen Tafeln, und zwar senkrecht oder nahe so auf die Kante *dd'*; die andern beiden senkrecht auf einander schliessen in der Projection Fig. 18, Taf. IV. Winkel mit dem Durchschnitt der Base ein, und zwar so, daß der Winkel *CMA* ungefähr  $30^\circ$ , der *CMB*  $60^\circ$  beträgt.

Der in der Richtung *AA* und senkrecht auf *BB* polarisirte Farbenton ist der hellste, der in der Richtung von *BB* senkrecht auf *AA* polarisirte der mittlere, endlich derjenige, welcher senkrecht auf den Durchschnitt der zwei Ebenen *AA* und *BB* polarisirt ist, der dunkelste. Alle aber haben den nämlichen Grundton von Dunkel-Orange, und unterscheiden sich nur durch die Intensität.

Der Diamantglanz der Oberfläche zerlegt sich bei der Untersuchung der Reflexion vermittelst der dichroskopischen Lupe dergestalt, daß ein Theil des zurückgeworfenen Lich-

tes schön lasurblau in der Richtung der Kante  $dd'$ , oder wie das  $E$  in der Fig. 17. Taf. IV. fest polarisirt wird. In der Stellung Fig. 19. Taf. IV. geht alles ordinär polarisirte Licht in das obere Bild, alles extraordinär polarisirte Bild in das untere Bild, und der Gegensatz ist dann möglichst vollständig. In der senkrecht auf dieser stehenden Stellung geht die fest polarisirte blaue Farbe nebst dem weissen Oberflächenlichte ganz in das obere Bild. Es erscheint übrigens nicht unter allen Einfallswinkeln in der Stellung Fig. 19. Taf. IV. ein gleicher blauer Ton. Sind die Winkel grösser, so geht er in violett über; und bei sehr grossen Einfallswinkeln erscheint sogar ein unvollkommenes Speisgelb im untern Bilde als Gegensatz zu dem hellen Weiss des obern.

Die hier beschriebenen Krystalle bilden eine neue Bestätigung des in dem II. Hefte der Sitzungsberichte der k. Academie der Wissenschaften nachgewiesenen Gesetzes, *dafs der orientirte Flächenschiller, oder die fest polarisirte Oberflächenfarbe in der Polarisationsrichtung mit der Polarisationsrichtung des mehr absorbirten Strahles doppeltbrechender Krystalle übereinstimmt* <sup>1)</sup>.

Nach Hrn. Dr. Anderson ist der chemische Bestand der Krystalle eine noch nicht vollständig ausgemittelte Verbindung von Jod und Codein (*Jodine compound of Codeine; constitution non yet fully determined*), das Codein — von Robiquet 1832 in Opium entdeckt — selbst ein sehr zusammengesetzter Körper  $C_{35}H_{40}N_2O_5 + 2Aq$ . In Ermangelung einer systematischen Benennung schlage ich vor, die in optischer Beziehung so höchst interessanten Krystalle durch den Namen *Andersonit* zu bezeichnen. Wäre der Gegenstand ein in der Natur vorkommendes Mineral, so wäre dies nur ein Vorgang, zu dem man hunderte von Beispielen hat. Hier scheint das Verfahren eine Neuerung zu seyn, und zwar auf einem Felde, das dem Mineralogen nach der bisherigen Gepflogenheit ganz entrückt ist. Aber in der Kenntniss der unorganischen Individuen müssen wir

1) Ann. Bd. 76. S. 99.

es wohl gestehen, haben wir überhaupt noch so vieles zu leisten vor uns, daß auch hier das Bedürfnis selbstständiger specifischer Namen sich immer mehr als unabweislich herausstellt. Bei der Welt von neuen Körpern wären gewiss umfassende Arbeiten in dieser Beziehung eben so undankbar für den, der sie unternehmen würde, als mühselig und im Erfolge wahrscheinlich verunglückt, denn es läßt sich nur erst vorhersehen, daß es in späterer Zeit gar nicht mehr zurückgewiesen werden kann. Einstweilen sorgt man billig für das Einzelne. Längst habe ich gewünscht, eben so lange als ich die Studien der Eigenschaften dieser Körper vornahm, an die wundervollen Erscheinungen der Krystalle mit den metallischen Oberflächenfarben, durch specifische Namen die Erinnerung an die Gegenwart zu knüpfen, das gelbe Barium-Platin-Cyanür *Redtenbacherit* zu nennen, das karminrothe Magnesium-Platin-Cyanür mit grüner Oberfläche *Quadratit*, zugleich an die pyramidalen Formen erinnernd, während das prismatische Magnesium-Platin-Cyanür von morgenrother Farbe mit blauer Oberfläche *Aurorit* genannt würde. Knop's Kalium-Platin-Cyanür-Cyanid sollte *Knopit* heißen, Schunck's chrysamminsaures Kali *Schunckit*, Gregory's oxalsaures Chromoxydkali *Gregorit*. (Der Name *Gregorit* für das cornische Titaneisen ist zwar längst nicht mehr im Gebrauche, dürfte aber doch nicht als ganz frei zu betrachten seyn) und hier würde *Andersonit* die in chemischer Beziehung noch nicht vollständig erkannte Verbindung von Jod und Codein bezeichnen. Wohl haben diese Männer in der Wissenschaft viel mehr geleistet, als nur in den einzelnen Fällen, die ich mit ihren Namen zu bezeichnen wünschte, Namen, welche die Wissenschaft bewahren wird, so lange sie besteht, aber es gilt ein Princip für die Befriedigung eines Bedürfnisses zu befolgen, das je länger, je fühlbarer werden wird.

## VI. Ueber die Auflösung flüssiger Cylinder in Tropfen; von G. Hagen.

(Aus d. Monatsbericht d. Acad. November 1849.)

In einer neueren Untersuchung über das Verhalten flüssiger Massen, welche der Einwirkung der Schwere entzogen sind (im 23. Bande der Schriften der Brüsseler Academie), hat Hr. Plateau die Ursache der Auflösung eines Strahles in Tropfen nachgewiesen. Verschiedene, in eigenthümlicher Art angestellte Beobachtungen zeigten nämlich, daß flüssige Cylinder, die mehr oder weniger der Einwirkung ihrer Umgebung entzogen waren, nur in dem Falle dauernd ihre Form behielten, wenn die Länge des Cylinders ein bestimmtes Verhältniß zum Durchmesser nicht überstieg. Die nähere Untersuchung der Kräfte, welche die Formveränderung veranlassen, führte mich zu einem Resultate, welches sich an diejenigen Beobachtungen des Hrn. Plateau befriedigend anschließt, die vorzugsweise entscheidend sind.

Die Kraft, welche abgesehen von den zufälligen äußern Einwirkungen die Form der freien Flüssigkeit bestimmt, ist der Druck, den die gespannte Oberfläche in normaler Richtung ausübt. Sobald in einem Cylinder an einer Stelle eine Anschwellung und daneben eine Zusammenziehung eintritt, so werden beide zunehmen, und der Cylinder wird sich in einzelne Theile, oder Tropfen auflösen, wenn der Druck auf die verengte Stelle größer ist, als auf die angeschwollene. Im umgekehrten Falle wird sich dagegen die gleichmäßige cylindrische Form von selbst wieder herstellen. Dabei ist es gleichgültig, ob solche Anschwellungen und Verengungen sich mehrfach wiederholen, wie dieses bei einem Strahle geschieht, oder ob sie nur einmal vorkommen. Die Anschwellung an einer Stelle erfolgt allein dadurch, daß die Theilchen im Innern des Cylinders von einer, oder von beiden Seiten her, sich im Knoten-Punkte ansammeln, und man darf sonach die Untersuchung auf ei-



nen Theil des Cylinders beschränken, der von einem größten und einem nächst liegenden kleinsten Querschnitt begrenzt wird.

Die erste Formveränderung des Cylinders ist von äußern Einwirkungen abhängig, daher ganz zufällig. Indem jedoch gewaltsame Störungen hier nicht berücksichtigt werden, so ist anzunehmen, daß die Spannung der Oberfläche das Entstehen von besonders scharfen Krümmungen und vollends von wirklichen Kanten nicht gestattet, und sonach die Linie, welche durch Drehung um die Axe des Cylinders dessen veränderte Form darstellt, eine sanft gekrümmte Linie ist, die theils aufserhalb, theils innerhalb des Cylinders liegt, und bei ihrer Drehung einen Raum umschliesst, der dem Inhalte des Cylinders gleich ist. Die an beide End- oder Scheitelpunkte dieser Linien gezogenen Tangenten werden auch zur Axe des Cylinders parallel seyn. Insofern hier aber nur die erste, noch sehr kleine Formveränderung betrachtet wird, wobei die Wellenlinie vergleichungsweise zum Radius des Cylinders sich sehr wenig von der ursprünglichen Oberfläche entfernt, so müssen auf einer durch die Axe des Cylinders gelegten Ebene die beiden Flächen, die von der Wellenlinie, von der Seite des ursprünglichen Cylinders und von den Radien des größten und kleinsten Querschnittes eingeschlossen sind, einander gleich seyn. Indem ferner kein Grund vorhanden ist, anzunehmen, daß die entstandene kleine Anschwellung höher oder in ihrer Länge ausgedehnter seyn sollte, als die daneben befindliche Vertiefung, oder umgekehrt, so darf man voraussetzen, daß der Theil der Wellenlinie, der aufserhalb des Cylinders liegt, congruent ist mit dem innerhalb liegenden Theile. Jeder derselben bildet aber eine sehr wenig gekrümmte Linie, und ist sonach als ein sehr kleiner Bogen anzusehen, dessen Krümmungs-Halbmesser dem Radius des Kreises gleich ist, der seinen Scheitel und seine beiden Endpunkte trifft.

Hiernach läßt sich der Normaldruck bestimmen, den die gespannte Oberfläche am Umfange eines größten und  
eines



eines kleinsten Querschnittes ausübt. Der allgemeine Ausdruck dafür ist bekanntlich

$$m \left( \frac{1}{\varrho} + \frac{1}{\varrho'} \right)$$

$m$  bedeutet die Spannung, ausgedrückt durch das Gewicht der Raumeinheit der Flüssigkeit,

$\varrho$  den Krümmungshalbmesser der erwähnten Wellenlinie,

$\varrho'$  den Abstand eines Scheitelpunktes derselben von der Axe des Cylinders.

Der untersuchte größte Querschnitt liege in  $A$ , der kleinste in  $B$ .

$l$  sey der Abstand dieser beiden Querschnitte,

$r$  der Radius des ursprünglichen Cylinders und

$x$  die Höhe der sehr kleinen Anschwellung oder Vertiefung.

Alsdann ist

1) für die Stelle  $A$

$$\frac{1}{\varrho} = \frac{8x}{l^2 + 4x^2}$$

$$\frac{1}{\varrho'} = \frac{1}{r+x}$$

folglich der Normaldruck, wenn beide vorstehende Werthe in Reihen aufgelöst worden

$$m \left[ \frac{1}{r} + \left( \frac{8}{l^2} - \frac{1}{r^2} \right) x + \frac{x^2}{r^3} - \left( \frac{32}{l^4} + \frac{1}{r^4} \right) x^3 + \frac{x^4}{r^5} + \dots \right]$$

2) für die Stelle  $B$

$$\frac{1}{\varrho} = - \frac{8x}{l^2 + 4x^2}$$

$$\frac{1}{\varrho'} = \frac{1}{r-x}$$

daher der Normaldruck

$$m \left[ \frac{1}{r} - \left( \frac{8}{l^2} - \frac{1}{r^2} \right) x + \frac{x^2}{r^3} + \left( \frac{32}{l^4} + \frac{1}{r^4} \right) x^3 + \frac{x^4}{r^5} - \dots \right].$$

Der Ueberschufs des Druckes auf die angeschwollene Stelle  $A$  über den Druck auf die verengte Stelle  $B$  ist sonach

$$2m \left[ \left( \frac{8}{l^2} - \frac{1}{r^2} \right) x - \left( \frac{32}{l^4} + \frac{1}{r^4} \right) x^3 + \left( \frac{128}{l^6} - \frac{1}{r^6} \right) x^5 \dots \right].$$

Man bemerkt sogleich aus der Zusammensetzung dieser Reihe, daß alle Glieder, welche die geraden Potenzen von  $x$  enthalten, verschwinden, die übrigen aber abwechselnd entweder aus positiven und negativen, oder nur aus negativen Gröſſen zusammengesetzt sind. Die ersteren, nämlich die Glieder in den ungeraden Stellen, sind nur in dem Falle positiv, wenn  $l$  ein gewisses Vielfaches von  $r$  nicht überschreitet. Das erste dieser Glieder ist positiv

$$\text{wenn } l < 2^1 r$$

$$\text{das zweite, wenn } l < 2^2 r$$

$$\text{das dritte, wenn } l < 2^3 r$$

und so fort. Die äußerste Gränze, welche den positiven Werth eines Gliedes an ungerader Stelle bedingt, ist sonach

$$l < 2 r.$$

Die zwischen liegenden Glieder sind aber viel gröſſer, daher ist die Summe der ganzen Reihe im Allgemeinen negativ, und ein positiver Werth derselben, der die Wiederherstellung der cylindrischen Form bedingen würde, kann nur stattfinden, wenn  $x$  so klein ist, daß alle höheren Potenzen dieser Gröſſe vernachlässigt werden dürfen, und zugleich

$$l < 2^1 r$$

$$\text{oder } l < 2,8284 r$$

ist. Dieser Zahlen-Coëfficient bezeichnet zugleich das Gränzverhältniß zwischen der ganzen Entfernung zweier Knoten und dem Durchmesser des Cylinders, wobei das stabile Gleichgewicht aufhört.

Die zwischen Gläswände eingeschlossenen Quecksilberfäden, deren Auflösung in Tropfen Hr. Plateau beobachtete, indem er die Wände behutsam entfernte, ergaben weit gröſſere Abtheilungen. Die Länge derselben maſs das Sechsfache und zum Theil sogar das Zehnfache der Dicke der Fäden. Dieses Resultat darf nicht befremden, da während der Beseitigung der Wände leicht einzelne Theile der Fäden so weit herausgezogen, oder hineingeschoben werden mochten, daß dadurch die Trennung in viel gröſſere Abtheilungen verursacht wurde.

Entscheidender sind diejenigen Beobachtungen, wobei Oel-Cylinder in einer Auflösung von Alkohol und Wasser von gleichem specifischen Gewichte, zwischen zwei kreisförmigen Scheiben oder Ringen schwebend dargestellt wurden. Dieselben zeigten sich noch stabil, wenn ihre Länge 3 bis 3,6 mal gröfser war, als ihr Durchmesser.

Auch dieses Resultat scheint dem aus der Rechnung hergeleiteten zu widersprechen; man überzeugt sich aber leicht, dafs die festen Scheiben oder Ringe die Stabilität des Cylinders etwas vergrößern mufsten. Unmittelbar an denselben konnte sich nämlich weder ein größter noch ein kleinster Querschnitt bilden, vielmehr mufste bei eintretender Formveränderung jene Wellenlinie an beiden Enden die ursprüngliche cylindrische Fläche schneiden. Zur weiteren Ausbildung der Anschwellung und Verengung konnte daher die Flüssigkeit nicht in derselben Art zugezogen oder zurückgedrängt werden, wie in dem gleichen Theile eines unbegrenzten Cylinders geschieht. Der zwischen dem kleinsten Querschnitte und der nächsten Endfläche liegende Theil des Cylinders konnte sich nur dadurch noch stärker verengen, dafs eine Strömung nach dem kleinsten Querschnitte eintrat. Die Flüssigkeit mufste sich also nach der Stelle hin bewegen, wo der stärkste Druck stattfand. In gleicher Art konnte die Anschwellung am andern Ende nur dadurch zunehmen, dafs die Strömung über den größten Querschnitt hinaus, also über die Stelle, wo der Druck am kleinsten war, sich fortsetzte. Auf diese Art verhinderte der Druck der Oberfläche zum Theil die Bildung der Knoten, und die Trennung in Tropfen erfolgte nicht so leicht, als wenn der Cylinder bei gleicher Länge ganz frei gewesen wäre.

Obwohl hierdurch die Abweichung der Resultate der Beobachtung hinreichend aufgeklärt seyn dürfte; so drängt sich hierbei doch die wichtige Frage auf, ob die Spannung einer Oberfläche, die zwei Flüssigkeiten von einander trennt, der Summe der Spannungen beider freien Oberflächen gleich sey, oder ob die Flüssigkeiten, indem sie sich unmittelbar

berühren, schon durch Molecular-Attraction auf einander einwirken.

Die interessante Beobachtung Plateau's über die kugelförmigen Endflächen eines flüssigen Cylinders, der zwischen zwei Ringen schwebt, führt nicht zur Beantwortung dieser Frage, indem die Constante  $m$ , welche die Spannung der Oberfläche bezeichnet, in der Gleichung, welche die Form jenes flüssigen Körpers bedingt, gar nicht enthalten ist. Zwei Beobachtungen, die ich zu diesem Zwecke mit Wasser und Rüböl und mit Quecksilber und Wasser anstellte, ergaben sehr abweichende Resultate, die sich durch die Verschiedenheit der specifischen Gewichte allein nicht erklären lassen, vielmehr eine weit stärkere gegenseitige Annäherung und Einwirkung zwischen den beiden ersten, als den beiden letzten Flüssigkeiten zu beweisen scheinen. Nichts desto weniger stimmten die Beobachtungen doch darin überein, daß eine Verminderung der Spannung jedesmal eintrat.

Die Messungen wurden mit dem Apparate ausgeführt, den ich früher (Abhandlungen der Academie der Wissenschaften 1845 S. 71<sup>1)</sup>) beschrieben habe. Zunächst mafs ich die Erhebung oder Senkung der schwereren Flüssigkeit zwischen zwei in einem Glaskästchen parallel und vertical aufgestellten Planscheiben von Thonschiefer, die jedesmal mit Wasser getränkt waren, also vom Wasser, aber nicht vom Oel und Quecksilber benetzt wurden. Während die schwerere Flüssigkeit im Kästchen blieb, gofs ich alsdann die leichtere darüber, so daß von dieser die Planscheiben vollständig überdeckt wurden, und wiederholte die Messung an der gemeinschaftlichen Oberfläche.

Bei der ersten Beobachtung, die sich auf Brunnen-Wasser und Rüböl bezog, betrug der Abstand beider Scheiben von einander 0,1003 Rheinländische Zoll. Das Wasser erhob sich dazwischen vor der Ueberdeckung mit Oel 0,1275 Zoll, unmittelbar nach dem Zugießen des Oeles 0,3803 Zoll. Es senkte sich indessen sehr schnell, so daß die Erhebung nach 10 Minuten nur noch 0,2908 Zoll betrug. Dagegen beobachtete ich die Erhebung des Oeles zwischen densel-

1) Annal. Bd. 67, S. 1.

ben Scheiben, nachdem sie vollständig ausgetrocknet und mit Oel benetzt waren, zu 0,0953 Zoll. Der Cubikzoll des Wassers wog 1,222 Loth, des Oeles 1,116 Loth; bei der Eintauchung in Oel wog daher der Cubikzoll Wasser nur 0,106 Loth.

Hieraus ergibt sich die Spannung eines 1 Zoll breiten Streifen der Oberfläche des Wassers gleich 0,00843 Loth, des Oeles 0,00606 Loth. Die Spannung der gemeinschaftlichen Oberfläche beider müßte also, wenn keine gegenseitige Einwirkung statt gefunden hätte, gleich 0,01449 Loth betragen: nach der Messung war sie aber Anfangs nur 0,00209 und später sogar nur 0,00161 Loth. Bei der starken Adhäsion des Oeles benetzte dasselbe wahrscheinlich sehr bald in gewissem Grade die Scheiben, an welchen in der That, als ich sie herauszog, hin und wieder einzelne Oeltröpfchen haften. Die spätere Beobachtung dürfte daher weniger zu berücksichtigen seyn. Es ergibt sich aber schon aus der ersten, daß die Spannung unmittelbar nach dem Hinzugießen des Oeles sich ungefähr auf den siebensten Theil ihres ganzen Werthes reducirte.

Bei der andern Messung, die in allen Theilen mit großer Schärfe ausgeführt werden konnte, indem eine Aenderung nicht bemerkt und die Berührung der Nadelspitze sehr deutlich wahrgenommen wurde, betrug der Abstand der Scheiben, bei etwas veränderter Aufstellung derselben, genau 0,1000 Zoll. Das Quecksilber zeigte bei zehnfacher Wiederholung der Messung im Mittel eine Senkung von 0,0589 Zoll, und nach der Ueberdeckung mit Wasser im Mittel aus eben so vielen Beobachtungen eine Senkung von 0,0690 Zoll. Der Cubikzoll Quecksilber wog in der Luft 16,577 Loth und unter Brunnenwasser 15,355 Loth. Hieraus ergibt sich die Spannung eines 1 Zoll breiten Streifen seiner Oberfläche gleich 0,05648 Loth. Ein gleicher Streifen der gemeinschaftlichen Oberfläche von Quecksilber und Wasser sollte daher eine Spannung von 0,06491 Loth haben: dieselbe betrug aber nur 0,06015 Loth. Es trat daher auch hier ein Verlust ein, der jedoch so geringe war,

dafs die gemeinschaftliche Oberfläche noch etwas stärker gespannt blieb, als die des Quecksilbers vor dem Zugiefsen des Wassers war.

## VII. Ueber die Gränze der Stabilität eines flüssigen Cylinders; von J. Plateau.

In den Paragraphen 38 und 46 der zweiten Reihe meiner experimentellen und theoretischen Untersuchungen über die Gleichgewichtsfiguren einer flüssigen Masse ohne Schwere <sup>1)</sup> weise ich theoretisch nach, dafs der Cylinder zu den Figuren des einer unschweren flüssigen Masse zukommenden Umdrehungs-Gleichgewichts gehört, und nachdem ich die Versuche beigebracht, mittelst deren ich diese Gattung von flüssigen Figuren verwirklichte, zeige ich, von diesen Versuchen ausgehend, dafs der flüssige Cylinder nur dann stabil ist, wenn das Verhältnifs zwischen seiner Länge und seinem Durchmesser nicht über eine gewisse Gränze hinausgeht, deren Werth zwischen 3,0 und 3,6 liegt.

In einer der Berliner Academie vorgelegten Notiz <sup>2)</sup> sucht Hr. Hagen diese Gränze theoretisch zu bestimmen, und er findet für ihren Werth die Gröfse  $2^{\frac{1}{2}} = 2,8284$  d. h. einen Werth, der beträchtlich unter dem kleinsten der beiden Zahlen liegt, zwischen welchen nach meinen Versuchen dieselbe Gränze liegen mufs. Da Hrn. Hagen's Resultat die Zulässigkeit meiner Folgerung und die Tragweite der ihr zum Grunde liegenden Versuche zu verringern scheint, so glaube ich hier zeigen zu müssen, worin sich Hr. Hagen geirrt, obwohl ich mir die theoretischen Entwicklungen, in

1) *Mém. de l'acad. de Bruxelles, T. XXIII*, (die möglichst bald mitgetheilt werden wird. P.)

2) Siehe den vorbergehenden Aufsatz.

Betreff der Stabilitätsgränze des Cylinders, der dritten Reihe meiner Arbeit vorbehalten muß.

Zuvörderst muß ich bemerken, daß Hr. Hagen eins meiner Resultate nicht richtig anführt <sup>1)</sup>. Nach diesem Gelehrten soll ich gesagt haben, daß meine Cylinder „sich noch stabil zeigten, wenn ihre Länge 3 bis 3,6 Mal größer war als ihr Durchmesser“. Nun aber zeigen die in meiner Abhandlung angeführten Versuche, daß die Stabilität dieser Cylinder noch für das Verhältniß 3 existirt und für das Verhältniß 3,6 nicht mehr existirt, allein sie zeigen nichts für die dazwischen liegenden Verhältnisse, und es ergibt sich daraus bloß der Schluss, daß der genaue Werth der Stabilitätsgränze zwischen den Zahlen 3 und 3,6 liegt, d. h. größer ist als die erste und kleiner als die zweite.

Nach Berichtigung dieses ersten Punktes schreite ich zu der von Hrn. Hagen angewandten theoretischen Methode. Sobald die Umwandlung des Cylinders beginnt, hat die geschlängelte Curve, welche die Meridianlinie der Figur ausmacht, nothwendig höchst schwache Krümmungen. Davon ausgehend, nimmt Hr. Hagen an, daß jeder der convexen und concaven Theile dieser Curve als ein sehr kleiner Bogen anzusehen sey, „dessen Krümmungshalbmeser dem Radius des Kreises gleich ist, der seinen Scheitel und seine beiden Endpunkte trifft“. Den so erhaltenen Krümmungsradius gebraucht er alsdann, um die Drucke zu bestimmen, welche die Flüssigkeit an den respectiven Mitten einer Anschwellung und einer Einschnürung auf sich selbst ausübt, und um zum Werth der Stabilitätsgränze durch die Betrachtung zu gelangen, daß der Unterschied obiger beiden Drucke diesseits dieser Gränze positiv und jenseits negativ seyn muß. Allein die Voraussetzung des Hrn. Hagen in Betreff des Krümmungsradius ist keineswegs erlaubt, wie ich sogleich zeigen werde.

Mit Recht betrachtet Hr. Hagen die abwechselnd con-

1) Doch sicher, wie auch Hr. Plateau zugeben wird, nicht mit Absicht. P.



vexen und concaven Axen der Curve als vollkommen symmetrisch (congruent). Allein daraus leuchtet ein, daß die Curve eine große Analogie mit der Sinusoide haben muß. Wenn man nun in der Rechnung des Hrn. Hagen den von ihm angewandten Krümmungsradius ersetzt durch den des Scheitels von Bögen einer Sinusoide, so findet man, als Werth der Stabilitätsgränze, die GröÙe  $\pi$ , d. h. das Verhältniß des Umfangs zum Durchmesser, nämlich 3,1416. Dieser Werth weicht beträchtlich von dem des Hrn. Hagen ab, und muß *a priori*, nach der Form der Curve, für genauer gehalten werden.

Nun muß ich sagen, daß auch ich mich schon seit lange mit der theoretischen Untersuchung der Stabilitätsgränze beschäftigt, und mittelst einer strengen Methode wirklich als genauen Werth dieser Gränze die GröÙe  $\pi$  gefunden habe. Dieser Werth liegt aber zwischen 3 und 3,6, und nimmt also den Platz ein, welchen ihm meine Versuche bezeichnet hatten. Wie schon oben gesagt, werde ich meine Methode in der dritten Reihe meiner Arbeit auseinandersetzen.

Die Unrichtigkeit der Voraussetzung des Hrn. Hagen hat folgenden Grund. Sobald die Umwandlung beginnt und demzufolge die von der Generatrix des ursprünglichen Cylinders auf der geschlängelten Curve aufgefangenen Bögen nur noch ungemein schwache Krümmungen besitzen, wird der osculirende Kreis des Scheitels eines von ihnen einen äußerst großen Radius haben, und folglich der Bogen dieses selben von obiger Generatrix aufgefangenen Kreises einen sehr geringen Theil der gesamten Circumferenz ausmachen. Daraus folgt, daß der erwähnte Bogen in seiner ganzen Erstreckung sich ungemein wenig von dem der Curve entfernen wird. Es scheint also auf dem ersten Blick, als könne man wie Hr. Hagen diesen Kreis mit Fug als denjenigen betrachten, der durch den Scheitel und die beiden Enden des Bogens geht. Allein wenn man erwägt, daß der Bogen dieser Curve und der des wahren Osculationskreises, beide, die Generatrix des Cylinders unter sehr



spitzen Winkeln treffen, so begreift man, dafs, ungeachtet der grofsen Annäherung dieser Bögen, ihre respectiven an einer selben Seite des Scheitels liegenden Enden einen sehr merklichen Abstand von einander haben können. Um die Sache durch ein analoges, obwohl übertriebenes Beispiel klarer zu machen, betrachte man zwei Grade, die einander parallel und aufserordentlich nahe sind. Wie grofs diese Nähe auch sey, so ist klar, dafs wenn man die beiden Geraden durch eine dritte, zu ihnen schiefe, schneidet, die beiden Durchschnittspunkte sehr weit von einander abstehen können. Man sieht also, dafs bei unserer geschlängelten Curve, die Sehne des wahren Osculationskreises sehr von der des Curvenbogens abweichen kann, und dafs folglich, wenn man, wie Hr. Hagen es thut, zum Krümmungsradius des Scheitels dieses letzteren Bogens den Radius des Kreises nimmt, der durch diesen Scheitel und die beiden Enden dieses Bogens geht, einem sehr beträchtlichen Fehler ausgesetzt ist. Mithin könnte Hrn. Hagen's Methode nur zu einem mehr oder weniger angenäherten, aber nicht zum richtigen Resultate führen.

Es giebt noch einen Punkt, über welchen ich nicht mit Hrn. Hagen übereinstimmen kann, nämlich die Erklärung, welche Derselbe in der angeführten Notiz von der grofsen Länge der Stücke liefert, in welche meine Quecksilbercylinder zerfallen. Ich werde mich indess hier nicht über diesen Gegenstand verbreiten, da sich die Aufgabe ausführlich in meiner Abhandlung behandelt findet.

VIII. *Versuche, um zu erfahren, ob das Wasser beim Maximum seiner Dichte oder nahe bei seinem Gefrierpunkte eine Wirkung auf polarisirtes Licht ausübe; von Biot.*

(*Compt. rend. T. XXX. p. 281.*)

Seit die Einwirkung gewisser Flüssigkeiten auf polarisirtes Licht bekannt ist, habe ich nachzusehen gesucht, ob nicht das Wasser eine derartige Wirkung zeige, wenn es beim Erkalten den Gang seiner Erkaltung umkehrt oder wenn es zu Erstarren strebt. Da ich aber unter diesen Umständen keine Wirkung fand, so blieb ich bei dieser negativen Thatsache stehen, ohne mich mit derselben weiter zu befassen und ohne deren Erwähnung für nöthig zu halten. Allein im abgewichenen Sommer sagte mir ein sehr ausgezeichneten englischer Gelehrter, daß Londoner Physiker beim Maximum der Contraction merkliche Polarisations-Effecte wahrgenommen hätten, und dieß veranlafte mich meine Versuche im letztern Winter wieder vorzunehmen.

Die Frage ist nicht so leicht zu entscheiden, wie man wohl im ersten Augenblick glauben könnte. Zunächst ist eine negative Thatsache viel schwerer festzustellen als eine positive, und überdieß, wenn man über die Natur der Erscheinungen, welche muthmaßlich in beiden Fällen auftreten könnten, nachdenkt, so begreift man, daß sie sich unter gewissen sehr zarten Umständen einstellen könnten, bei deren Abwesenheit aber man sie nicht sähe. In der That ist es kaum vorauszusetzen, daß die Wassertheilchen bei  $0^{\circ}$  oder  $4^{\circ}$  eine individuelle Drehungs-Eigenschaft ausüben, wenn sie nicht auch bei jeder andern, etwas höheren Temperatur davon eine Anzeige gäben. Allein bei dem sonderbaren Uebergang von Zusammenziehung in Ausdehnung, so wie beim Herannahen der Gestarrung wäre es nicht außer Wahrscheinlichkeit, daß die Theilchen einer Wassermasse sich nach gewissen polaren Richtungen gegen

einander drehen. Wenn nun diese innerliche Bewegung in der ganzen Masse mit Stetigkeit und Regelmäßigkeit geschähe, so könnte sie wohl fähig werden, nach Art der rasch abgekühlten oder zusammengepressten Gläser auf das polarisirte Licht einzuwirken. Hiernach wird man nur erwarten dürfen, sie zu beobachten bei ziemlich beträchtlichen Wassermassen, die ihre Temperatur sehr langsam ändern und vor aller äußeren Erschütterung, welche die freiwillige Anordnung ihrer Theilchen stören könnte, geschützt würden. Es wird auch nothwendig seyn, daß der Polarisations-Apparat, welcher die mit Wasser gefüllten Röhren enthält, vollkommen standfest sey während der ganzen Dauer des Versuchs; denn die relative Verschiebung der Stücke, welche derselbe enthält, um die Reflexions-Ebene und den Hauptschnitt des zerlegenden Prisma in die verschiedenen respectiven Lagen zu versetzen, bewirken in dem durchgehenden Lichte Verdoppelungen der Bilder, welche von der eingeschalteten Wassermasse hervorgebracht erscheinen könnten, während sie in Wirklichkeit bloß von den Störungen des Apparats herrührten. Diese letzte Bedingung der absoluten Festigkeit würde nicht zu erreichen seyn bei der gewöhnlichen Construction, wo das reflectirende Glas und das zerlegende Prisma von Metallstiften getragen werden, die gesondert in einer und derselben Holztafel stecken. Denn da diese Verknüpfung verschiedenartiger Substanzen bei Aenderungen der Temperatur und des Feuchtigkeitszustandes der Luft ungleiche Einwirkungen erleidet, so ist man oft genöthigt, das Zusammenfallen der Polarisations-Ebene mit dem Hauptschnitt des Prisma zu berichtigen, und wenn man diese Vorsicht vernachlässigt, so ist man durch die Verrückung des Nullpunktes des Apparats sehr beträchtlichen Fehlern ausgesetzt, zuweilen schon von einem Tag zum andern, und um so mehr bei Versuchen von sehr langer Dauer. Dieser Uebelstand ist nicht mehr vorhanden bei einem ganz metallenen Apparat, den Hr. Bianchi im vorigen Jahr für mich verfertigt hat, und ich neben dem alten in einem Zim-

mer des *College de France* aufgestellt habe. Denn da alle Theile, welche einander entsprechen müssen, fest an einem starken Metallstab angebracht sind, so bleiben ihre relativen Lagen, einmal geregelt, vom Winter in den Sommer und umgekehrt vollkommen unverrückt, selbst bei anhaltender Prüfung mit einer doppeltdrehenden Platte von der empfindlichsten Construction <sup>1)</sup>).

Mit diesem vervollkommeneten Apparat habe ich den Versuch angestellt, von dem ich jetzt die *Academie* unterhalten will, und ich glaube nicht, dafs er, mit hinreichender Sicherheit, anders anzustellen sey. Die übrigen Bedingungen, deren Nothwendigkeit ich bezeichnet habe, waren erfüllt, wie ich sogleich angeben werde.

Das Beobachtungsrohr hat 502 Mllm. Länge und 37 Mllm. inneren Durchmesser. Es fafst also 536 Cubikcentimeter, wodurch die dasselbe füllende Wassermenge grofs genug wird, um von Temperatur-Veränderungen nur langsam ergriffen zu werden. Es ist inwendig ganz versilbert, so dafs das Wasser darin beliebig lang verweilen kann, ohne im Geringsten von Oxydation beschmutzt zu werden. Die mittlere Temperatur dieses Wassers wird in jedem Augenblick durch ein Thermometer angegeben, dessen cylindrischer Behälter gleiche Länge wie die Röhre besitzt, und dessen herausragender Stiel rechtwinklig gebogen ist, damit der Beobachter die mit Diamant aufgetragenen Centesimalgrade leicht sehen könne. Der in der Röhre steckende Behälter geht durch ein kreisrundes Loch *I* (Fig. 11 Taf. IV) in der metallenen Fassung auf Seite des Auges, und wird inwendig gehalten durch ein kleines Silberrohr *TT* von gleichem oder wenig gröfserem Durchmesser als der seine.

- 1) Diese Platte, von Hrn. *Soleil* construirt, ist 3,745 Mllm. dick. Diefs ist das erste Glied der Reihe von aequidistanten Dicken, welche diesen Systemen von entgegengesetzten Drehungen zukommt, um die Uebergangsfarbe hervorzubringen, und dieses erste ist weit empfindlicher als alle folgenden. Für das weitere Detail sehe man die Analyse ihrer optischen Eigenschaften in dem *Compt. rend. de l'Acad.* (T. XXI. p. 452) und in meiner Abhandlung über die lichtdrehenden Eigenschaften des Bergkrystalls (*Mém. de l'Acad.* T. XX. p. 423).

Wenn er eingesteckt ist, verschließt man das Loch durch einen zweckmäßigen Kitt. Dieselbe Fassung hat ein zweites Loch *i*, woran auswendig ein kleines Silberrohr *tt* angebracht ist. Darin befindet sich eingekittet ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr, das sich oben zu einem Gefäße *VV* erweitert und durch einen Stöpsel *B* verschlossen ist. Dieses Rohr ist bestimmt, den Ueberschufs des Wassers aufzunehmen, wenn es sich ausdehnt, und das Fehlende zu ergänzen, wenn es sich zusammenzieht. So vorgerichtet wird die Metallröhre in die gleichfalls metallene Rinne gelegt, die in Richtung des durchgehenden Lichtstrahls, im Polarisationsapparat befestigt ist, und eine solche Convexität hat, daß dieser Strahl längs ihrer Axe selbst durch die Röhre geht, wenn sie hineingelegt ist. Nur habe ich zu bemerken, daß, beim Experimentiren, das Ausflusgefäß und der Thermometerstiel nicht in Einer Verticalebene liegen, wie in der Figur angegeben ist, um sie gesondert zu zeigen, sondern daß sie von der Gesichtslinie *RO* abweichen, das erstere rechts, der andere links vom Beobachter, so daß die Linie *Ii*, welche die beiden Durchschnittpunkte enthält, horizontal ist, wodurch die Lichtstrahlen ungehindert durch das Centrum der Endgläser *GG* gehen. Der Nullpunkt des Polarisationsapparats ist zuvor geregelt durch eine doppeltdrehende Platte, welche während des ganzen Versuchs in der Bahn des Lichtstrahls befestigt bleibt; und wenn man sonach die Beobachtung beginnt bei einer beträchtlich höheren Temperatur als der, bei welcher man die Effecte speciell studiren will, z. B. bei 11 oder 12° C., so erkennt man, daß dabei die eingeschaltete Wassermasse die Polarisationsebene der durchgelassenen Strahlen nicht wahrnehmbar ablenkt. Kaum habe ich nöthig zu sagen, daß der Nullpunkt des Thermometers nicht vor, sondern nach dem es gekrümmt worden, bestimmt werden muß, und daß, wegen seiner ungewöhnlichen Form, diese Bestimmung lange nach seiner Anfertigung, oder besser noch, sogleich wie man sich desselben bedient, vorgenommen werden muß.

Der mit allen so eben beschriebenen Vorsichtsmafsregeln angestellte Versuch wurde am 16. Oct. 1849 bei  $11^{\circ},5$  Temperatur des innern Wassers begonnen und bis zum 19 Febr. dieses Jahres fortgesetzt. An jenem ersten Tage wurde das mit Wasser gefüllte Rohr an dem in einem schwarzen Kasten (*cabinet noir*) stehenden Polarisations-Apparat befestigt und blieb so die ganze Zeit hindurch unverrückt. Der Kasten selbst stand gegen Mittag in einem kleinen von Niemand betretenen Zimmer, dessen Fenster Tag und Nacht offen blieb. Ich selbst trat nur ein, um das Thermometer und den Zustand des durchgelassenen Lichtes mittelst der doppeltdrehenden Platte zu beobachten. Diefs geschah an jedem Tage zu bestimmten Stunden, und auch mehrmals an einem selben Tage, wann die Temperatur des Wassers sich den kritischen Punkten näherte, bei denen man besonders die Polarisations-Effecte studiren wollte. Am Schlusse dieser Note werde ich die Zahlenwerthe aller meiner Beobachtungen geben, hier will ich nur die Resultate anführen.

Die während dieses ganzen Winters nur beschränkten und durch die Umstände, unter welchen ich operirte, noch verminderten Veränderungen der Lufttemperatur bewirkten, dafs sich der thermometrische Zustand der in der Röhre enthaltenen Wassermasse nur äufserst langsam änderte und sich besonders sehr lange innerhalb der Gränzen hielt, wo ich ein näheres Interesse hatte, denselben zu verfolgen. So z. B. schwankte die Temperatur dieser Masse vom 23. November bis zum 1. Februar zwischen  $+6^{\circ},3$  und  $-2^{\circ},2$ . Bei dieser letzten Temperatur, die am 23. Jan. eintrat, sah ich eine fast gleiche Wassermasse, die ich, mit einem Thermometer darin, in einer offenen Eprouvette auf den Tisch des Apparates gestellt hatte, plötzlich zu einer festen Eismasse gestehen, als sie leicht erschüttelt wurde. Allein da ich sehr darauf achtete, weder meiner Röhre noch dem sie tragenden Apparat die leiseste Bewegung mitzutheilen, so hielt sich das Wasser bei  $-2^{\circ},3$  flüssig, wodurch eine der Bedingungen, die ich am meisten zu verwirklichen wünschte,

erfüllt wurde. Allein weder an diesem Tage, noch an einem der andern, an welchen die Temperatur sich so oft in der Nähe der beiden kristischen Punkte  $+4^{\circ}$  und  $0^{\circ}$  erhielt, zeigte die doppeltbrechende Platte irgend eine Spur von polarisirender Wirkung auf das durchgehende Licht. Nach der Länge der Zeit, während welcher ich diese Effecte verfolgte, so wie nach allen Vorsichtsmafsregeln, die ich getroffen, um sie, wenn sie entstanden, sichtbar zu machen, glaube ich zu dem Schlusse berechtigt zu seyn, dafs das destillierte Wasser weder in der Nähe seines Contractionsmaximums noch bei seinem Erstarrungspunkt irgend eine wahrnehmbare Wirkung auf das polarisirende Licht ausübt.

(Wegen dieses negativen Resultats glauben wir auch die nun vom Hrn. Verf. mitgetheilten Zahlenwerthe fortlassen zu dürfen). P.

---

IX. *Entgegnung auf die Bemerkung des Hrn. Riefs; von K. W. Knochenhauer.*

---

Wenn meine Ansichten über die Elektrizität bei andern Physikern keine Anerkennung finden, so kann ich das wohl bedauern, ohne mich jedoch weiter darüber zu beklagen, wenn aber der abweichenden Ansichten wegen die von mir angestellten Versuche verdächtigt werden, als wären sie verwickelt und willkürlich gedeutet, so glaube ich es der Wahrheit schuldig zu seyn, mich dagegen auszusprechen.

Die Versuche, die Hr. Riefs Bd. 80, S. 351, S. 353 am Ende und S. 357 anführt, sind genau in derselben Zusammensetzung des Apparats angestellt worden, wie ich dergleichen Bd. 79, S. 354 mitgetheilt habe. Lasse ich also aus meinen Formeln sämmtliche kleine Correctionen fort und übersehe die Ungleichheit der Flaschen, so müssen sich



nach ihnen die von Hrn. Riefs S. 257 beobachteten Erwärmungen wie 1:2:3:4 verhalten, sofern der Widerstand in der Kette derselbe geblieben ist. Da sich aber nach den Beobachtungen selbst, verglichen mit S. 353, die Schlagweiten von 0,8 bis 5,0 Linien änderten, so stieg der Widerstand (vergl. Bd. 79, S. 365 mit Bd. 78, S. 52) von  $1,06:1,16:1,34=1,60$  und die Erwärmungen können sich nur wie 1:1,86:2,36:2,65 verhalten, wofür Hr. Riefs 1:1,7:2,0:2,9 beobachtet hat. Die Differenzen mögen theils in der Ungleichheit der Flaschen liegen, theils in der Bestimmung des Luftwiderstandes, über den ich im vorliegenden Falle nach Bd. 79, S. 365 noch kein ganz sicheres Urtheil habe, jedenfalls sind sie der Art, daß ich meine Beobachtungen den neuen des Hrn. Riefs ohne Bedenken gegenübersetze.

Ferner giebt Hr. Riefs S. 353 die Schlagweiten (bis auf  $\frac{1}{10}$  Linien) zu 0,4 — 1,0 — 1,7 — 2,55 Linien an, für die ich die Spannungs-Differenzen 11,25 bis 13,25 (wegen der  $\frac{1}{10}$  Linie.) — 23,25 bis 25,25 — 37,25 bis 39,25 — 54,25 bis 56,25 berechne; sie sollen nach meiner Formel im Verhältniß von 1:2:3:4 stehen, geben mir also wiederum mit Rücksicht auf die genauere Weise, wie ich meine Versuche angestellt zu haben glaube, keinen hinreichenden Grund, die von mir aufgestellte Formel zurückzuziehen. Endlich führt Hr. Riefs folgende zwei Reihen von beobachteten Erwärmungen an: 24,9 — 18,2 — 17,1 — 16,3 und 24,0 — 18,2 — 16,5 — 15,7, deren gegenseitiges Verhältniß nach meiner Formel, wenn die einzelnen Flaschen einander gleich sind,  $2:1\frac{1}{2}:1\frac{1}{3}:1\frac{1}{4}$  oder 24:18:16:15 ist; da hier der Widerstand der Luft der Reihe nach etwas geringer wird und demnach die letzten beobachteten Zahlen im Vergleich zu den ersten größer ausfallen müssen, so finde ich abermals keinen Grund, die von mir zur Aufstellung der Formel benutzten Beobachtungen zu verwerfen. Ich weiß überhaupt nicht, warum Hr. Riefs nicht lieber unumwunden sagt, daß ich aus gleichen Beobachtungen von ihm abweichende Resultate ziehe, einmal weil ich in der vom

Fun-



Funken durchbrochenen Luftschicht einen Widerstand annehme, denn weil ich die Spannungs-Differenzen nicht, wie er, der Distanz der Kugeln am Funkenmesser proportional ansetze? Sollen denn die Beobachtungen büßen, was die Berechnung verschuldet? <sup>1)</sup>)

### X. Ueber den Leuchtenbergit; von August Breithaupt.

Alle mir bis jetzt zu Gesicht gekommenen Abänderungen des *Leuchtenbergits*, sind nicht im ursprünglich frischen, sondern im weniger oder mehr verwitterten Zustande. Diefs geht besonders aus dem Umstande hervor, dafs, wenn man die Lamellen zerbricht, auf dem dichten Bruche nicht der geringste Glanz mehr wahrzunehmen ist, während solcher bei allen frischen Mineralien aus der Ordnung der Glimmer, welche in den dünnen Lamellen überhaupt nur mehr zerrissen als zerbrochen werden können, deutlich existirt. Die Stücke der Freiburger Sammlung zeigen unverkennbar verschiedene Grade des Verwittertseyns, und solche Grade dürften auch durch die chemischen Analysen bestätigt seyn, denn indem Hr. Komonen den Wassergehalt 8,62 Proc. fand, giebt Hr. Hermann denselben zu 12,5 Proc. an. Dessenungeachtet bleibt es sehr wahrscheinlich, dafs ein frischer Leuchtenbergit existire und dafs solcher ein selbstständiges Mineral sey.

Von dem *Ripidolith* von Schwarzenstein in Tyrol will ich noch anführen, dafs hier ein Exemplar existirt, welches, mit Beibehaltung der Krystallisation, in einen *serpentinähnlichen Körper* umgewandelt ist, während der Pyroxen, welcher jenem als Unterlage dient, ganz frisch geblieben.

1) Hr. Riefs hat nicht die Richtigkeit der Messungen bestritten, sondern nur ausgesprochen, dafs die Aufgabe, um die es sich handelte, eine unbestimmte sey. P.

# XI. Ueber Höhenbestimmungen durch den Siedpunkt des Wassers.

Hr. Wisse hat in der Provinz Quito über den Siedpunkt des Wassers in verschiedenen Höhen, verglichen mit dem Barometerstande, eine beträchtliche Reihe von Beobachtungen gemacht, die in den *Annal. de chim. et de phys. Sér. III. T. XXVIII. p. 118* ausführlich mitgetheilt werden. Sie sind mit großer Sorgfalt angestellt und die dazu verwandten Thermometer waren vorher im Laboratorium des *Collège de France* aufs strengste berichtigt. Es ist also interessant, sagt Hr. Regnault (*Ib. p. 123*) diese Beobachtungen zu vergleichen mit den Zahlen der früher von mir gegebenen Tafel, die aus directen Versuchen über die Spannkraft des Wassers hergeleitet ist <sup>1</sup>). Ich habe diesen Vergleich mit einigen, aufs Gerathewohl aus Hr. Wisse's Beobachtungen genommenen Zahlen ausgeführt und gebe ihn in folgender Tafel. Die Uebereinstimmung ist so vollkommen als man es nur wünschen kann, zumal Hr. Wisse mit meiner Tafel nicht bekannt ist <sup>2</sup>).

Zeit.	Ort.	Siedpunkt C°.	Barome- ter, beob- achtet von Hrn. W.	Spann- kraft, be- rechnet nach der Tafel.	Unter- schied.
		°	mm	mm	mm
1847 Febr. 28	Guayaquil	99,70	752,10	751,87	+0,23
1845 Apr. 12	Chorrerita	97,96	706,86	706,24	+0,62
1845 Apr. 11	Penita	97,69	698,50	699,36	-0,86
1847 Aug. 3	Mindo	95,93	656,26	655,85	+0,41
1847 Aug. 21	Mindo	96,00	657,40	657,54	-0,14
1845 März 31	Ibarra	92,96	587,14	587,53	-0,39
1848 Apr. 20	Quito	90,95	545,15	544,75	+0,40
1849 Mai 26	Quito	90,91	544,18	543,93	+0,25
1849 Mai 16	El Corral	88,53	496,87	496,72	+0,15
1845 Jan. 15	Pichincha	85,16	435,81	435,78	+0,03
1849 Mai 15	dito Gipfel	84,83	430,29	430,15	+0,14

1) *Annal. de chim. et de phys. Sér. III. T. XIV. p. 206.*

2) Wie es scheint ist indess bei diesem Vergleich die Berichtigung wegen der Schwere unterlassen, obwohl sie für einen Breiten-Unterschied wie der zwischen Paris und dem Aequator nicht ganz unbedeutend ist. P.

## XII. Notizen über Höhenmessungen mit dem Barometer; vom Akademiker Kupffer:

(Aus dem *Bulletin de la Classe phys. math. de l'acad. de St. Petersb. T. VIII.*)

**R**egnault hat durch seine Untersuchungen über den Druck des Wasserdampfs der Methode, die Höhen der Berge durch den Kochpunkt zu bestimmen, eine solche Sicherheit gegeben, daß wohl bald der transportable Kochpunkt-apparat das zerbrechliche Barometer auf allen Reisen verdrängen wird, wo man nicht anders als zu Pferde fortkommen kann. Es wird deshalb gewiß Manchem willkommen seyn, hier eine Formel zu finden, nach welcher solche Beobachtungen mit großer Leichtigkeit berechnet werden können.

Die Höhenunterschiede verhalten sich wie die Unterschiede der Logarithmen der Barometerhöhen. Dasselbe Verhältniß hat nahezu auch zwischen den Temperatur-Unterschieden und den Druckhöhen des Wasserdampfes statt; die Höhenunterschiede müssen sich aber nahezu wie die Temperatur-Unterschiede verhalten.

Es sey  $t$  die Temperatur, in Centesimalgraden ausgedrückt, aber nicht von  $0^\circ$  hinauf, sondern von  $100^\circ$  hinab gezählt, und  $z$  die Höhe des Standpunkts über demjenigen Punkt, wo der Kochpunkt des Wassers  $100^\circ$  ist, oder wo die Barometerhöhe auf  $0^\circ$  reducirt, = 760 Millm. ist, so hat man ziemlich nahe, wenn die Höhe nicht 150 Meter übersteigt

$$z = 300 t.$$

Dabei ist die mittlere Temperatur der Luft zu  $9^\circ,3$  angenommen, die Barometerhöhen aber sind auf  $0^\circ$  reducirt worden. Folgende Tafel zeigt die Uebereinstimmung der empirischen Formel mit der genauen:

t.	Höhe in Metern		t.	Höhe in Metern	
	nach approp. Formel.	genau be- rechnet.		nach approp. Formel.	genau be- rechnet.
1	300	295	4	1200	1196
2	600	594	5	1500	1500
3	900	894			

Da, wo der mittlere Barometerstand am Meere 760<sup>mm</sup> beträgt, sind die berechneten Zahlen die Höhe über der Meeresfläche; wo das nicht der Fall ist, muß man zu jeder berechneten Höhe eine constante Gröfse hinzufügen, ungefähr 10 Meter für jedes Millimeter, um welches der mittlere Barometerstand gröfser ist als 760 Millm.

Nach der obigen Formel ist es leicht, das Thermometer so zu theilen, dafs es unmittelbar die Höhe des Standpunktes über der Meeresfläche angiebt.

### Anzeige.

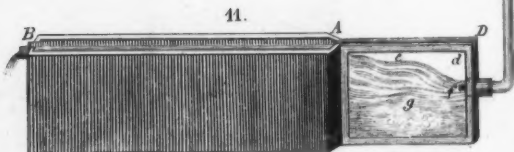
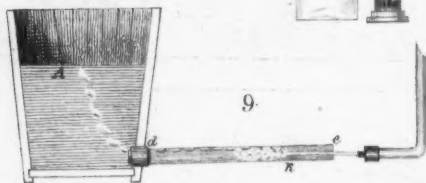
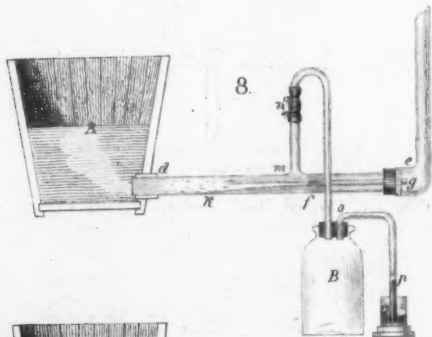
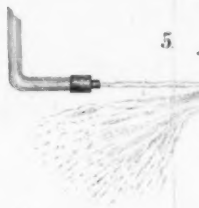
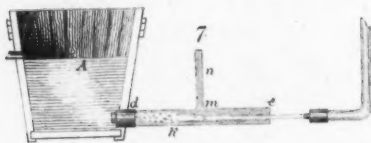
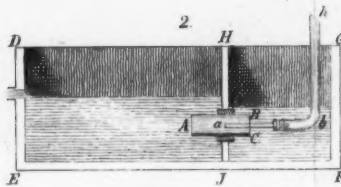
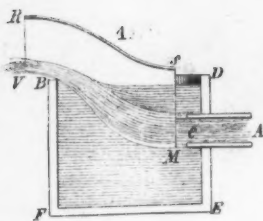
**Kohlencylinder** nach Bunsen das Stück für 5, 7½, 10, 12½ und 15 Sgr. und dazu gehörige Thonzellen für ¼ bis 2 Sgr. werden von unterzeichneter Handlung fabrikmäfsig angefertigt und geliefert, eben so sehr billig vollständige Kohlensinkbatterien älterer und neuerer Construction und überhaupt alle einschlägigen Apparate laut vorhandener Preiscourante. Auch werden *Kohlencylinder* und *Thonzellen* von ungewöhnlicher Gröfse und Form auf Bestellung angefertigt, und zu wissenschaftlichen Arbeiten wie zum Betrieb galvanischer Telegraphen u. s. w. empfohlen.

Die Handlung mit chemischen, physikalischen und pharmaceutischen Apparaten

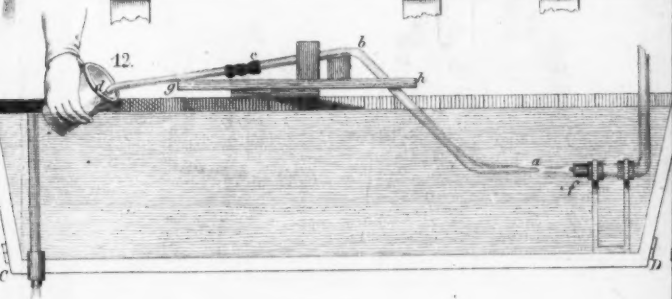
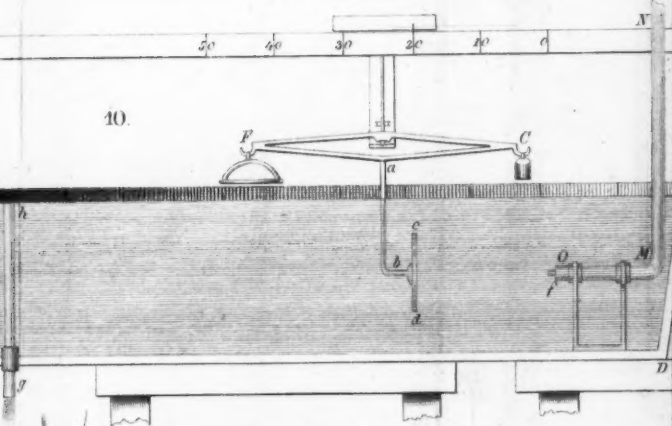
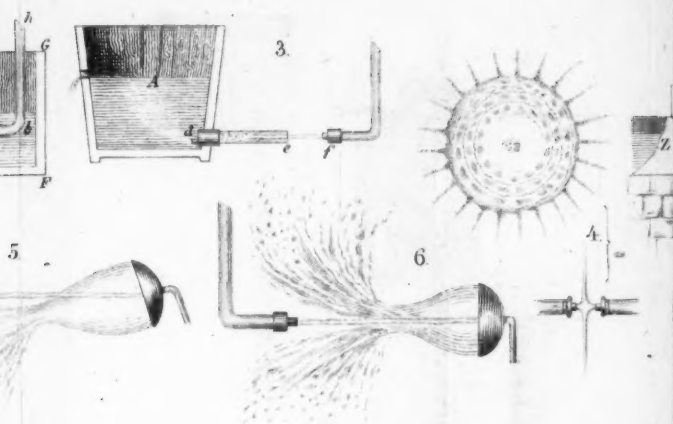
von

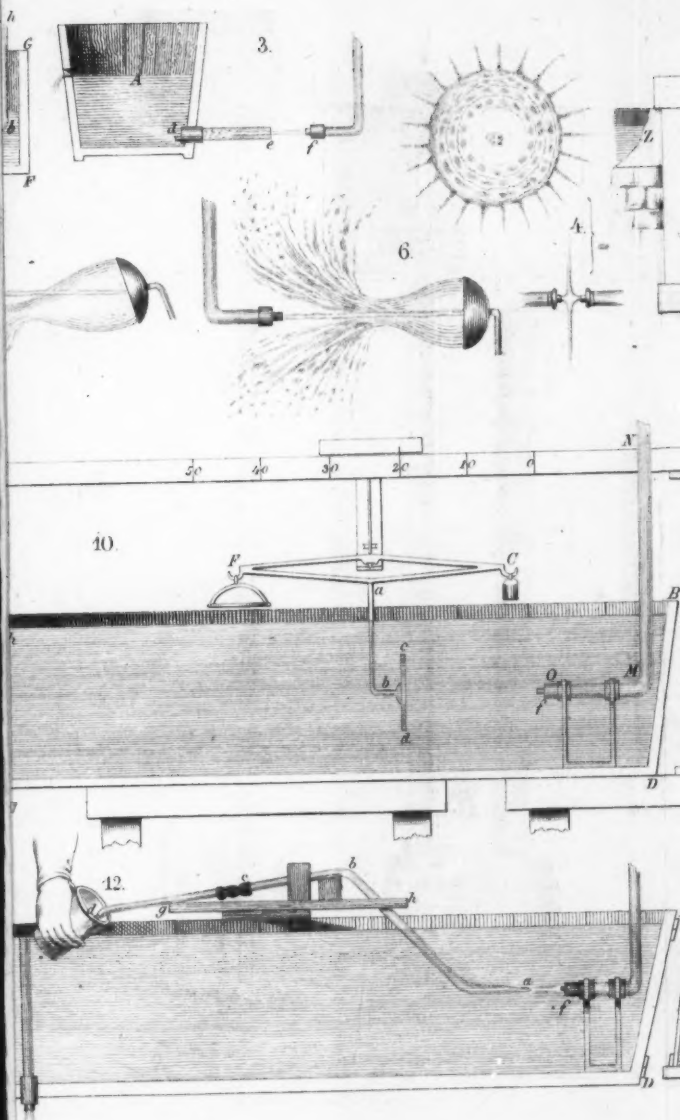
Eduard Grefslcr zu Erfurt.



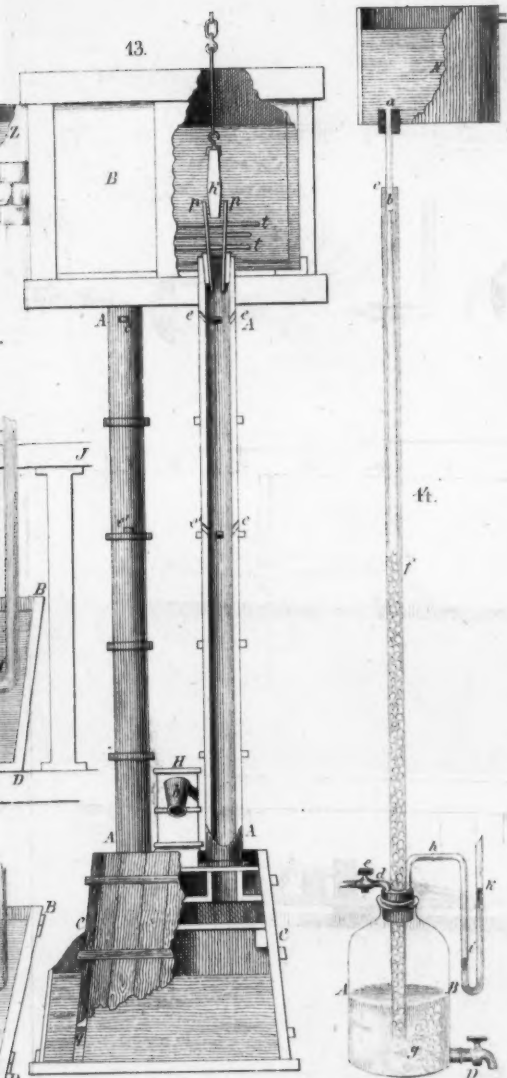


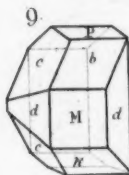
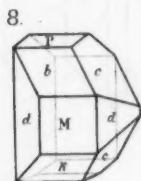
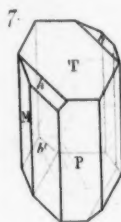
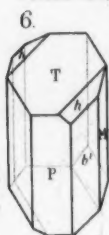
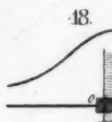
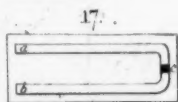
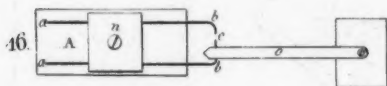
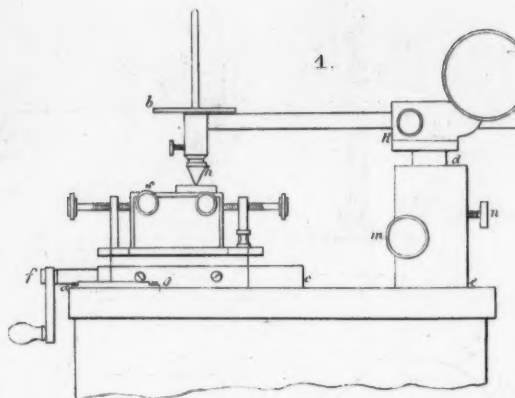
Quincand. sc.



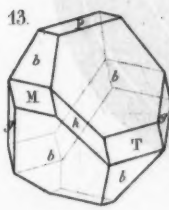
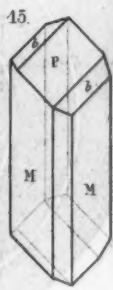
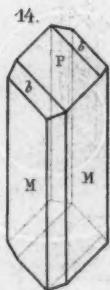
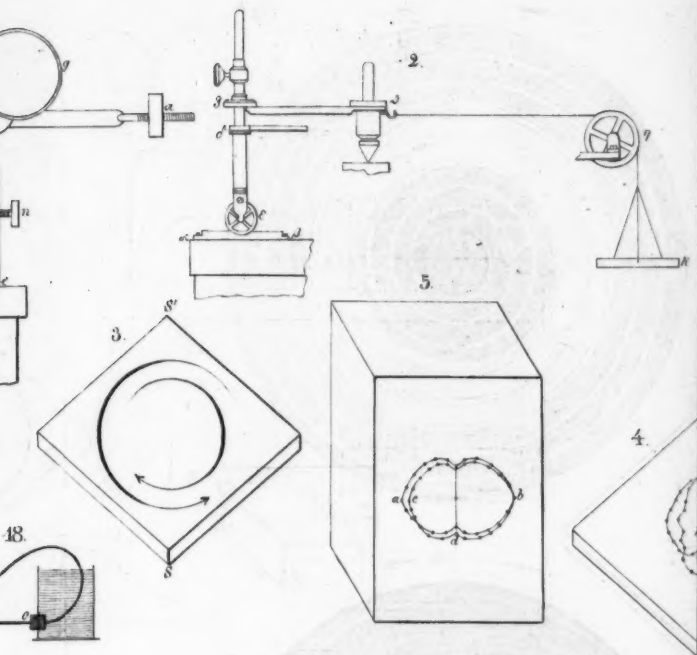


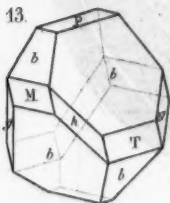
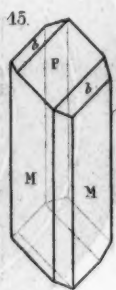
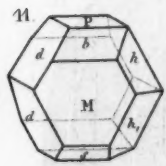
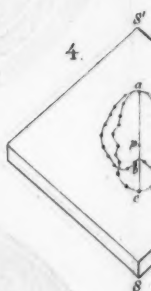
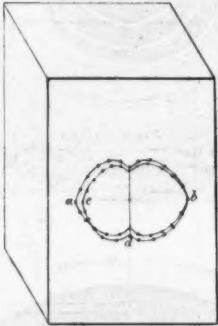
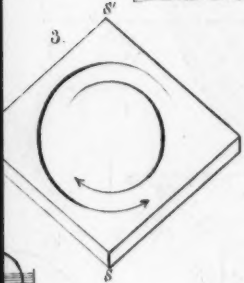
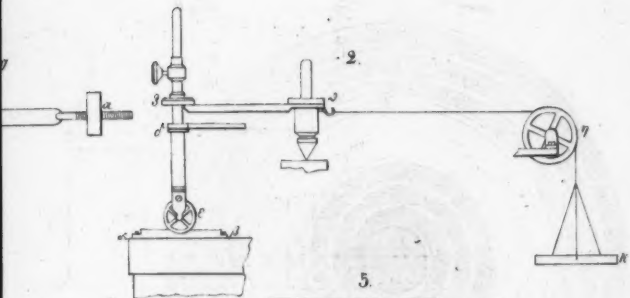






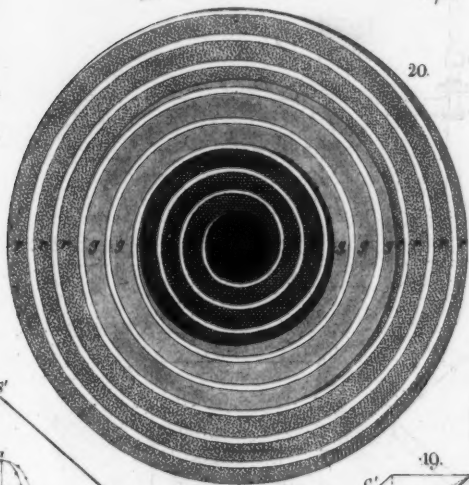
*Continued on*



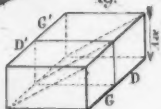


Taf. II.

20.



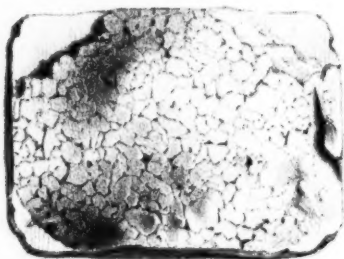
10.



21.

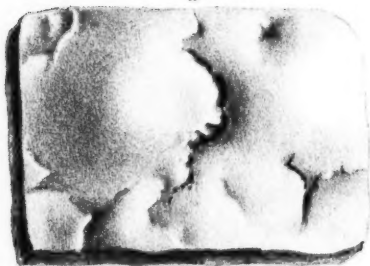


1



6

a



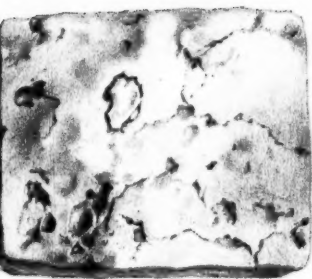
b

13



Vergleichende Uebersicht charakteristisch

2.



3.



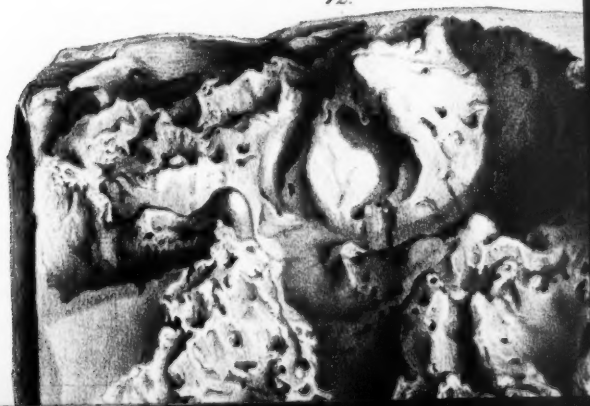
7.



8.

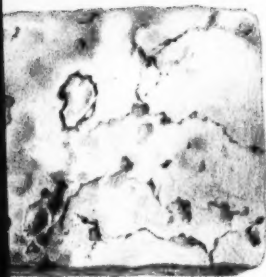


12.



Vergleichende Uebersicht charakteristisch

2.



3.



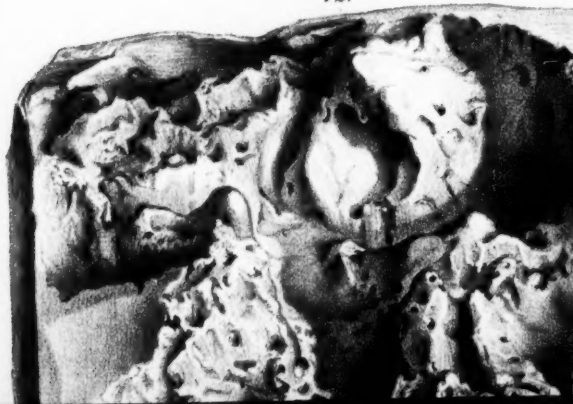
7.



8.

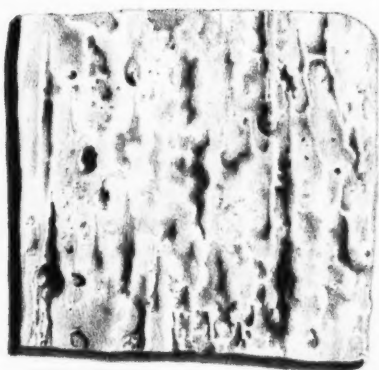
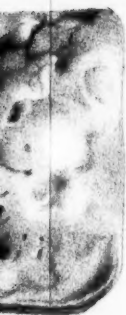


12.

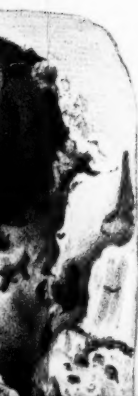
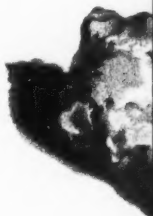
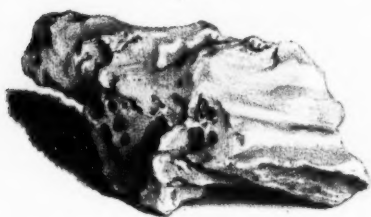




4.

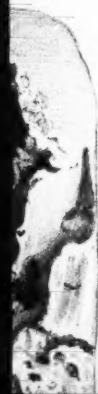
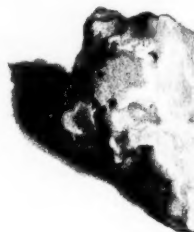
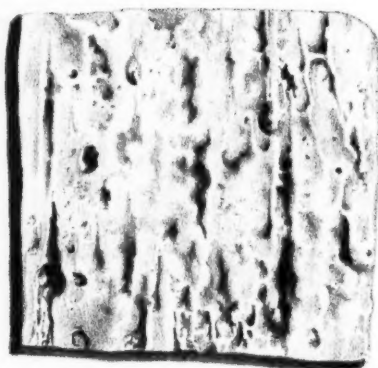
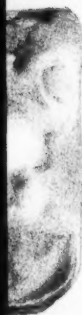


2.



Erläut.

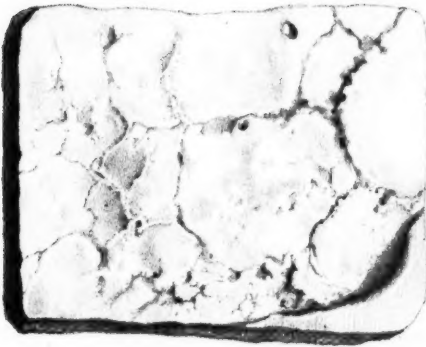
1.) Oberfläche eines Blockes von Wassereis welcher eine Wand einer Gletscherspalte nahe dem Firnmeere. Die Verberzung (Wassereis) eines Felsens in einer Gletscher- das Stück sehr leicht in einzelne Fragmente zerfiel. 4.) Das Die ursprüngliche Stellung einzelner Luftblasen lässt kennen. 5. (Gletscher-Eis.) 6. (Wasser-Eis.) Deutlichen Körner sind durch die Abdrücke von Canals deutliche Convexität ihrer Oberfläche. 7.) Feilenart längst der deutlichsten Körnergrenze. (a b) Aehnlich dort convex. 8. 9 u. 10. Isolierte Gletscherkörner gen. 11. Untere Fläche eines schwimmenden der Gletscherkörner sind ungemein deutlich, ihr im Wasser geordnet. 12.) Oberfläche eines blauen ne Gruppen von Körnern, und tiefen Einschnitten



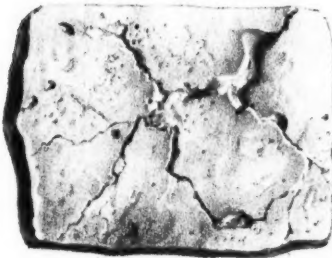
Erläutern

1.) Oberfläche eines Blockes von Wassereis welcher einem la-  
Wand einer Gletscherspalte nahe dem Firnmeere. Die Spa-  
Veberzug (Wassereis) eines Felsens in einer Gletscherho-  
das Stück sehr leicht in einzelne Fragmente zerfiel. 4.) Durchsa-  
Die ursprüngliche Stellung einzelner Luftblasen lässt sich  
kennen. 5. (Gletscher-Eis) 6. (Wasser-Eis) Deutliche Kör-  
nen Körner sind durch die Mündungen von Canälen  
deutliche Convexität ihrer Oberfläche. 7.) Feilenartige  
längst der deutlichsten Körnergrenze. (a b) Ähnlich ist  
dort convex. 8. 9 u. 10. Isolierte Gletscherkörner mit  
gen. 11. Untere Fläche eines schwimmenden Eisb-  
der Gletscherkörner sind ungemein deutlich; ihre Ob-  
im Wasser geednet. 12.) Oberfläche eines blauen Bas-  
ne Gruppen von Körnern, und tiefen Einschnitten läng

5.



11.



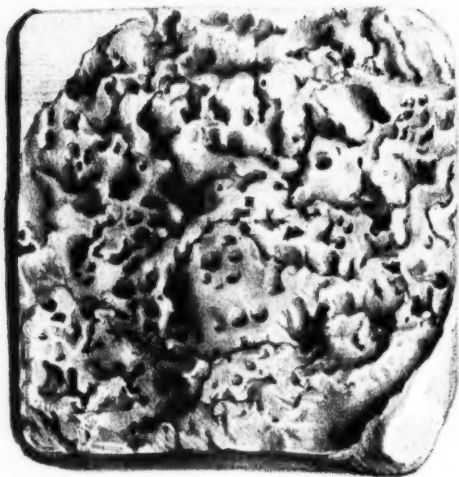
10.



nterungen.

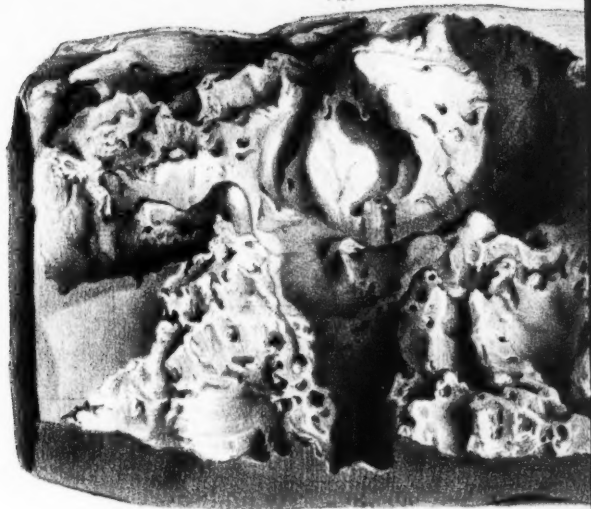
em langsamen Schmelzen ausgesetzt war. 2.) Abdruck der  
ie Spalten sind schon etwas größer und tiefer. 3.) Eisiger  
erhöhle. Die Trennung der Spalten war so bedeutend, daß  
durchschnitt einer Reihe verticaler Canäle am Wafereise.  
st sich noch jetzt an der Lage der größten Vertiefungen er.  
he Körnerbildung, Ansicht der Oberfläche. Die einzeln  
älen mehr isolirt. Bei № 6 zeigen die Körner bereits eine  
rtige Rauheit des Eises im Durchschnitt von № 6  
ch ist auch die Oberfläche von № 9. (Schattenseite) aber  
mit vielen unregelmäßigen Vertiefungen und Vorsprüngen.  
Eisblockes aus dem Pasterzensee. Die Begrenzungen  
re Oberfläche ist durch das gleichförmige Schmelzen  
n Bandes mit sehr deutlicher Sonderung in einzel-  
n längst ihren Grenzen. 13.) Oberfläche eines sehr

13.



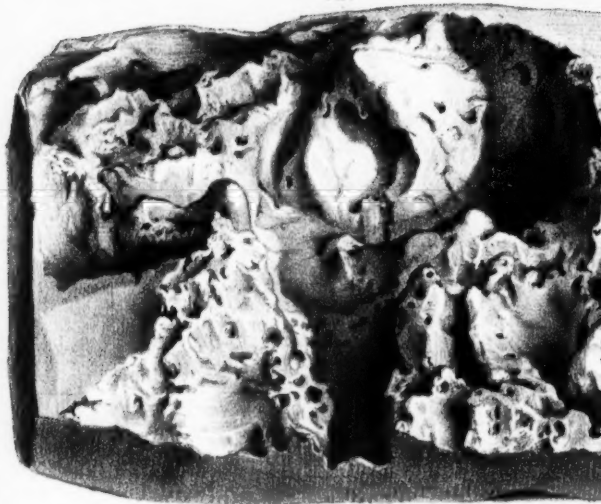
Nach von Originalen in Gips geg. und lith v. G. Bohner.

12.



*Alle Figuren sind in na*

12.



*Alle Figuren sind in nat.*



1.) Oberfläche eines Blockes von Wassereis welche  
Wand einer Gletscherspalte nahe dem Firne  
Verzierung (Wassereis) eines Felsens in einer  
das Stück sehr leicht in einzelne Fragmente zerfiel.  
Die ursprüngliche Stellung einzelner Luftblasen  
kennen. 5. (Gletscher-Eis) 6. (Wasser-Eis) Die  
nen Körner sind durch die Mündungen von  
deutliche Convexität ihrer Oberfläche. 7.) Fel  
längst der deutlichsten Körnergrenze. (a b) ist  
dort convex. 8. 9 u. 10. Isolierte Gletscherkör  
gen. 11. Untere Fläche eines schwimmenden  
der Gletscherkörner sind ungemein deutlich  
im Wasser geebnet. 12.) Oberfläche eines dicken  
ne Gruppen von Körnern, und tiefen Einschnitten  
blasenreichen (weißen) Gletschereises.  
gen durch die Mündung der Luftblasen un

n natürlicher Größe.



# Erläuterung

1.) Oberfläche eines Blockes von Wassereis welcher einem lateralen Wand einer Gletscherspalte nahe dem Firnmeere. Die Spalte ist mit einer Verberzung (Wassereis) eines Felsens in einer Gletscherhöhle. Das Stück sehr leicht in einzelne Fragmente zerfiel. 4.) Durchschnitten. Die ursprüngliche Stellung einzelner Luftblasen lässt sich erkennen. 5. (Gletscher-Eis) 6. (Wasser-Eis) Deutliche Körner. Die Körner sind durch die Mündungen von Canälen mit deutlicher Convexität ihrer Oberfläche. 7.) Feilenartige Kanten längst der deutlichsten Körnergrenze. (a b) Ähnlich ist es dort convex. 8. 9 u. 10. Isolierte Gletscherkörner mit o. u. u. gen. 11. Untere Fläche eines schwimmenden Eisblockes. Die Gletscherkörner sind ungemein deutlich; ihre Oberfläche im Wasser geebnet. 12.) Oberfläche eines blauen Bandes. Gruppen von Körnern, und tiefen Einschnitten längs der blauen blasenreichen (weißen) Gletschereis. Die Körnergrenzen durch die Mündung der Luftblasen und Canäle n.

natürlicher Größe.

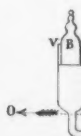
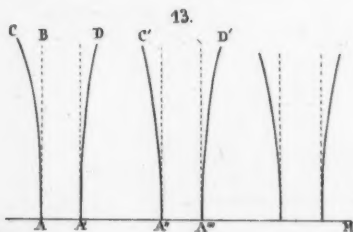
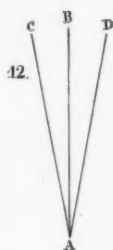
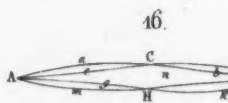
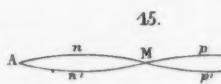
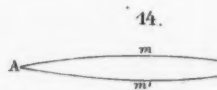
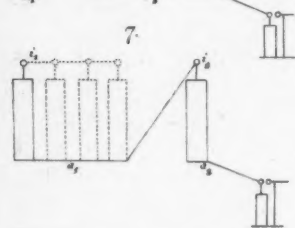
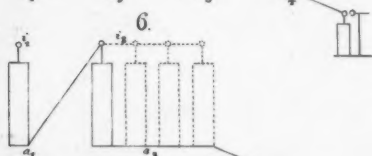
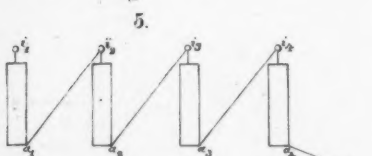
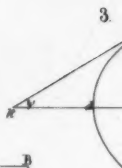
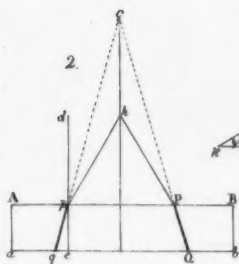
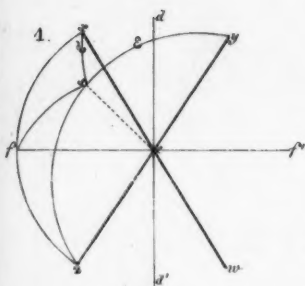


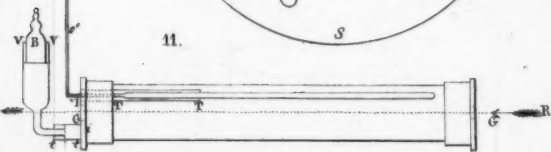
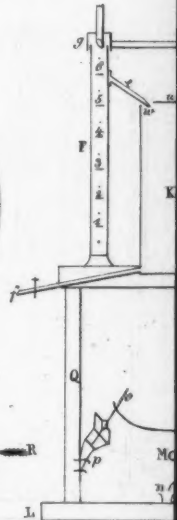
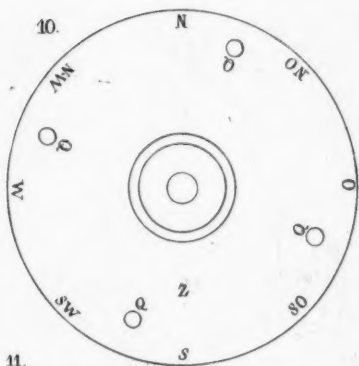
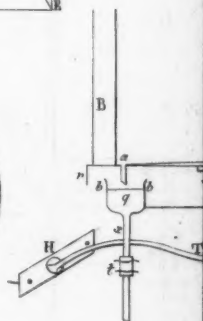
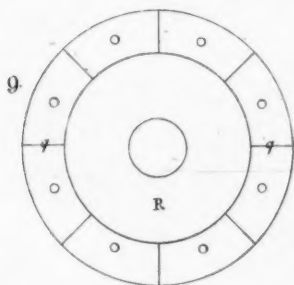
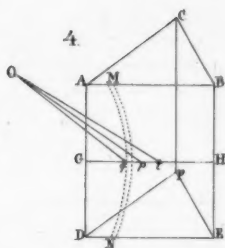
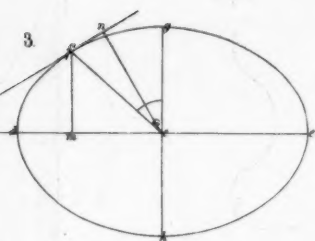
terungen.

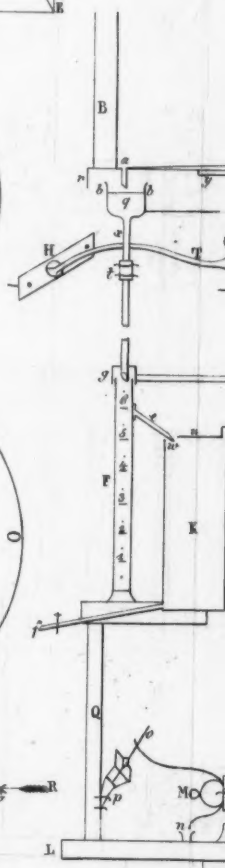
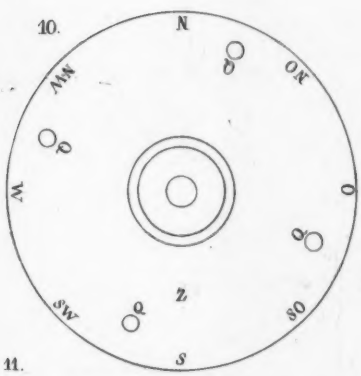
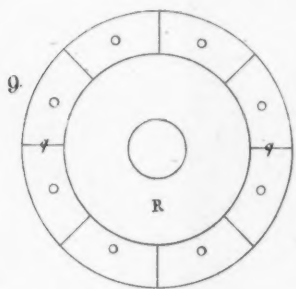
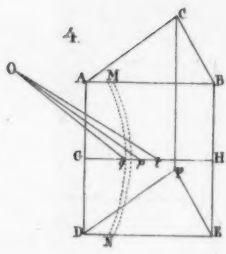
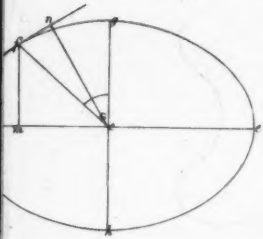
am langsamen Schmelzen ausgesetzt war. 2.) Abdruck der Spalten sind schon etwas grösser und tiefer. 3.) Eisiger erhöhte. Die Trennung der Spalten war so bedeutend, daß im Durchschnitt einer Reihe verticaler Canäle am Wassersees. sieht sich noch jetzt an der Lage der größten Vertiefungen. 4.) Die Körnerbildung, Ansicht der Oberfläche. Die einzelnen Körner mehr isolirt. Bei № 6 zeigen die Körner bereits eine tiefe Rauheit des Eises im Durchschnitte von № 6 ist auch die Oberfläche von № 9 (Schallenseite) aber mit vielen unregelmäßigen Vertiefungen und Vorsprüngen. 5.) Eisblockes aus dem Pasterzensee. Die Begrenzungen der Oberfläche ist durch das gleichförmige Schmelzen des Bandes mit sehr deutlicher Sonderung in einzelnen längst ihren Grenzen. 13.) Oberfläche eines sehr fröhren Grenzen sind ungeachtet der vielen Vertiefungen die noch zu erkennen.

*Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 36 Hft. 2*

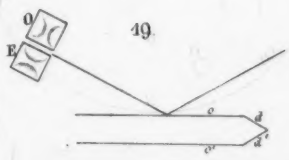
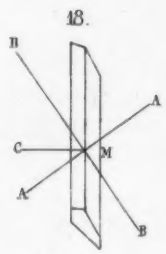
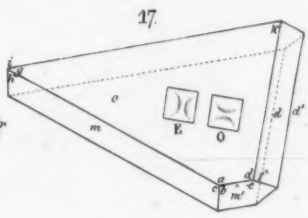
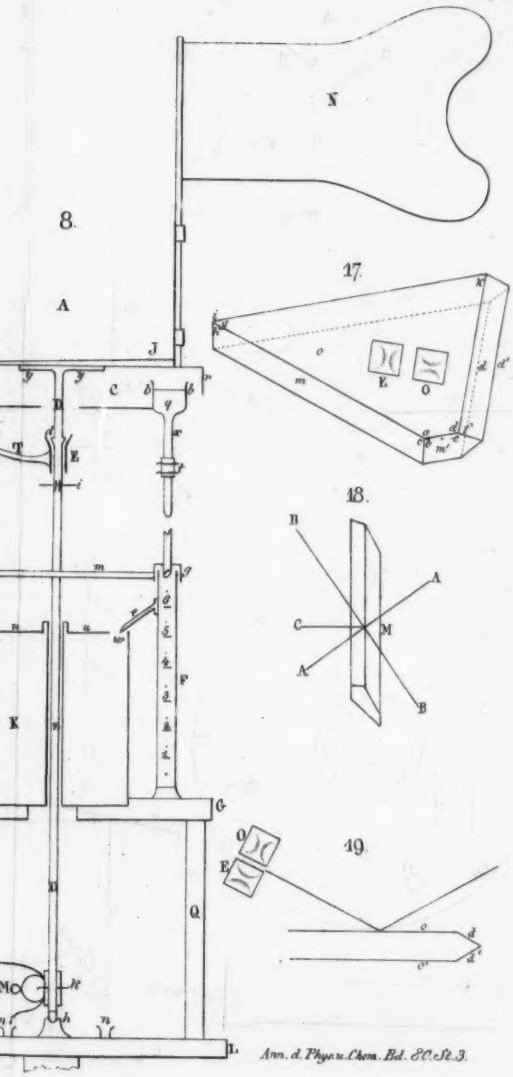
Verlag von Winkmann u. Sohn in Berlin.



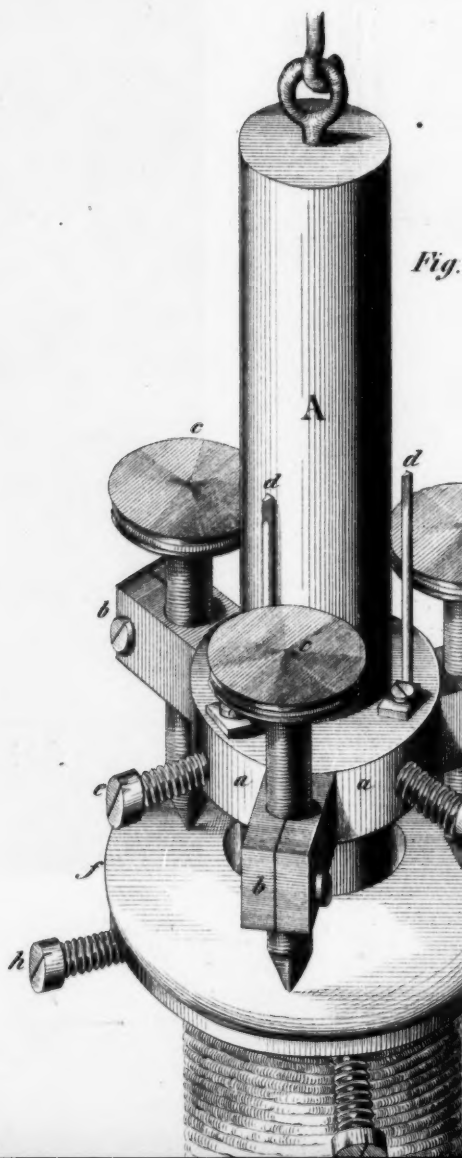




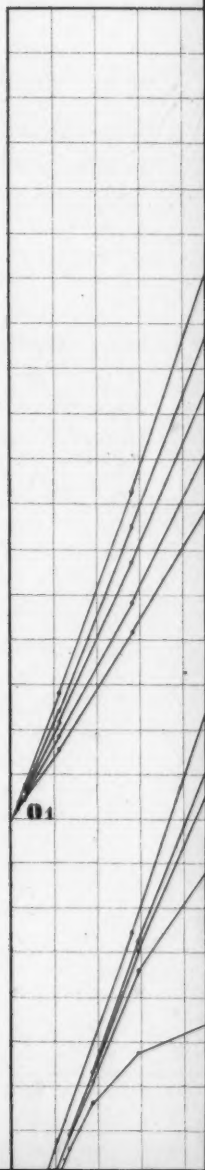
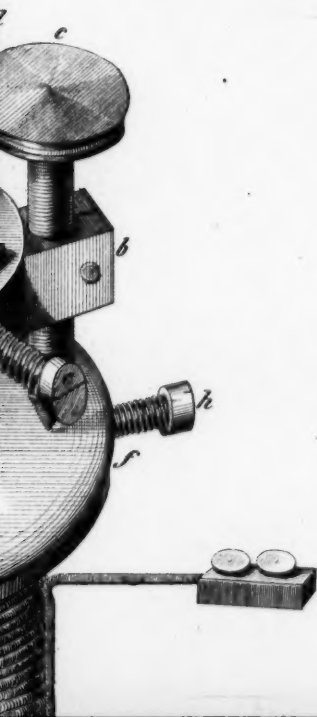
Taf. II.



*Fig.*



*Fig. 2*



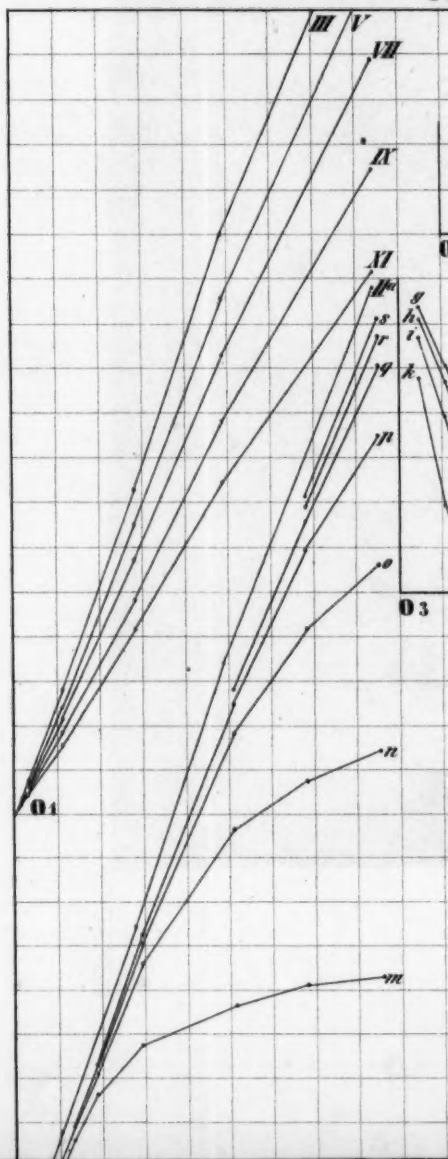
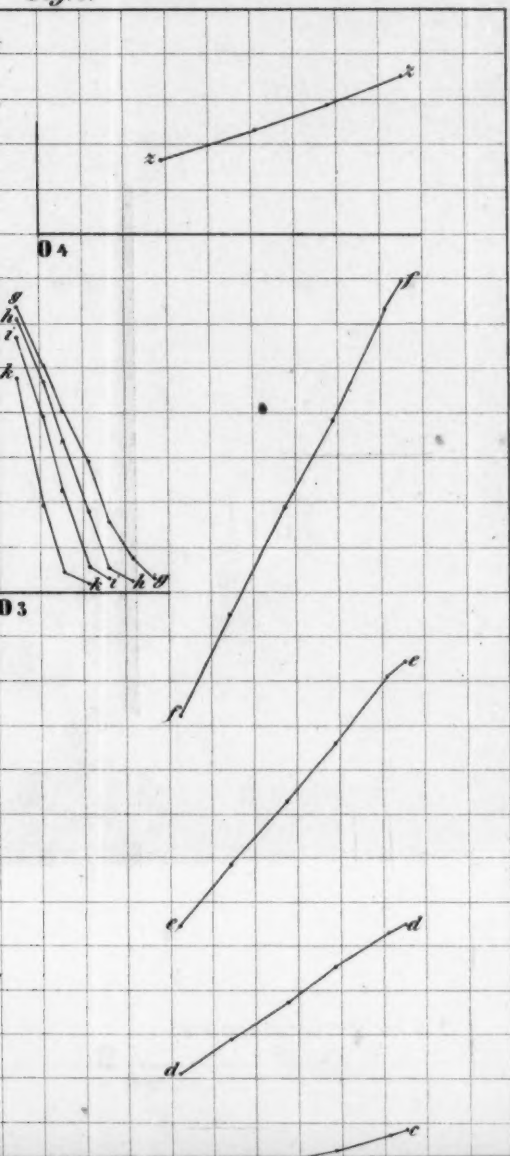
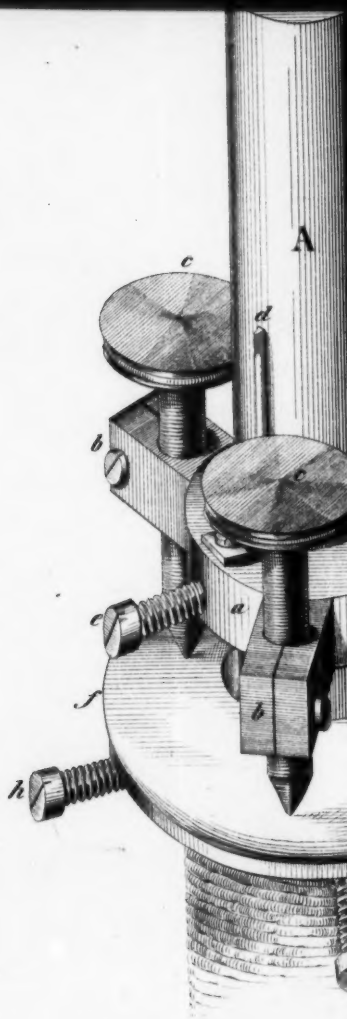


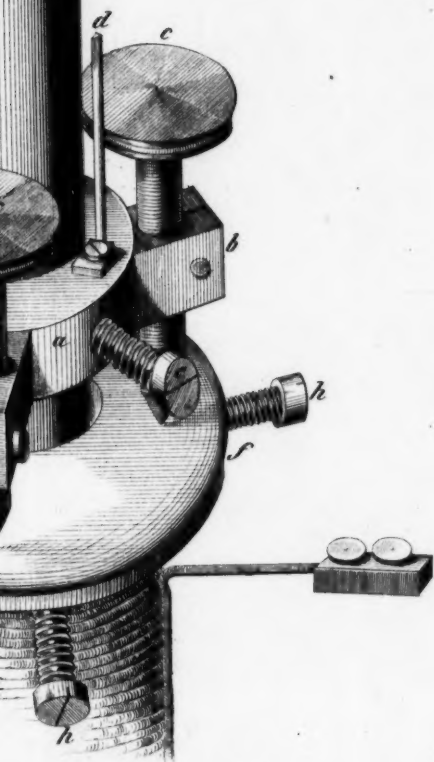


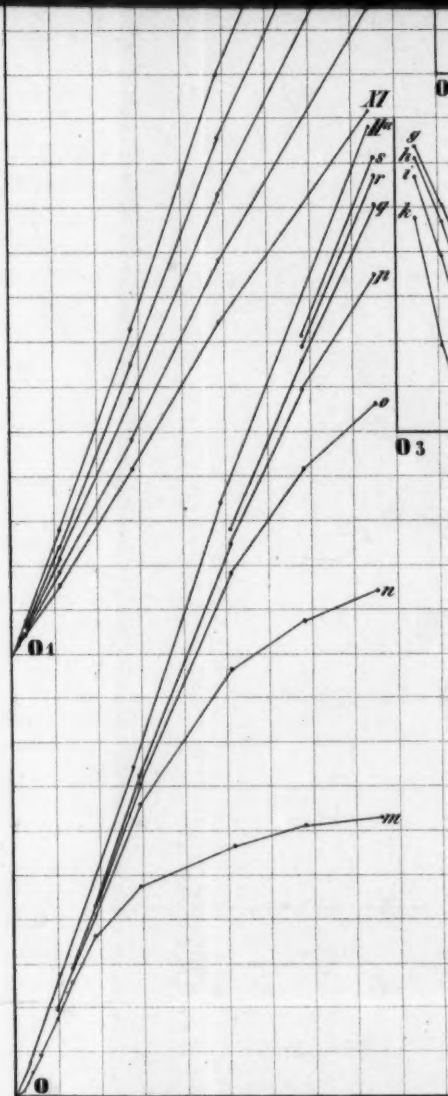
Fig. 1.

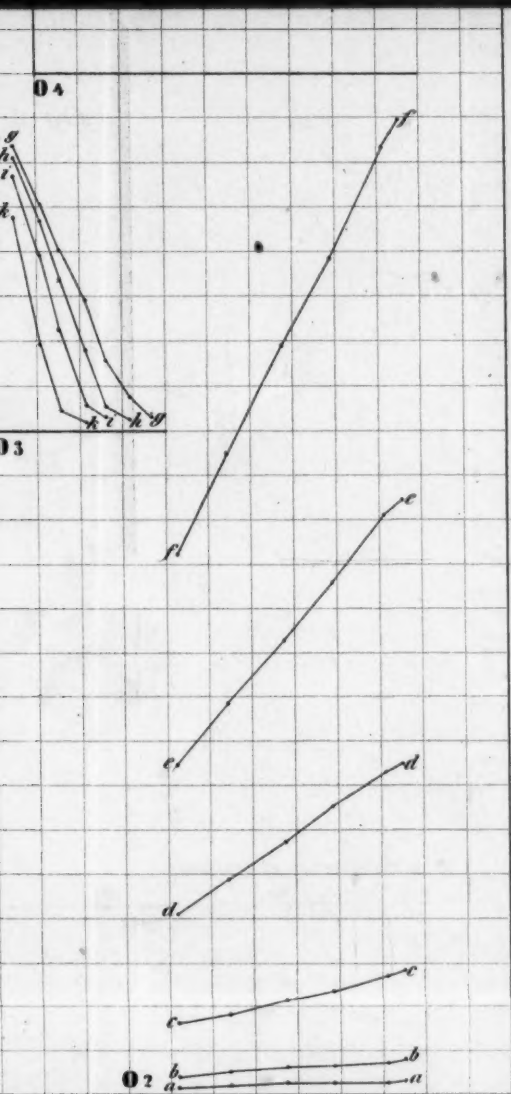




*Fig. 2*







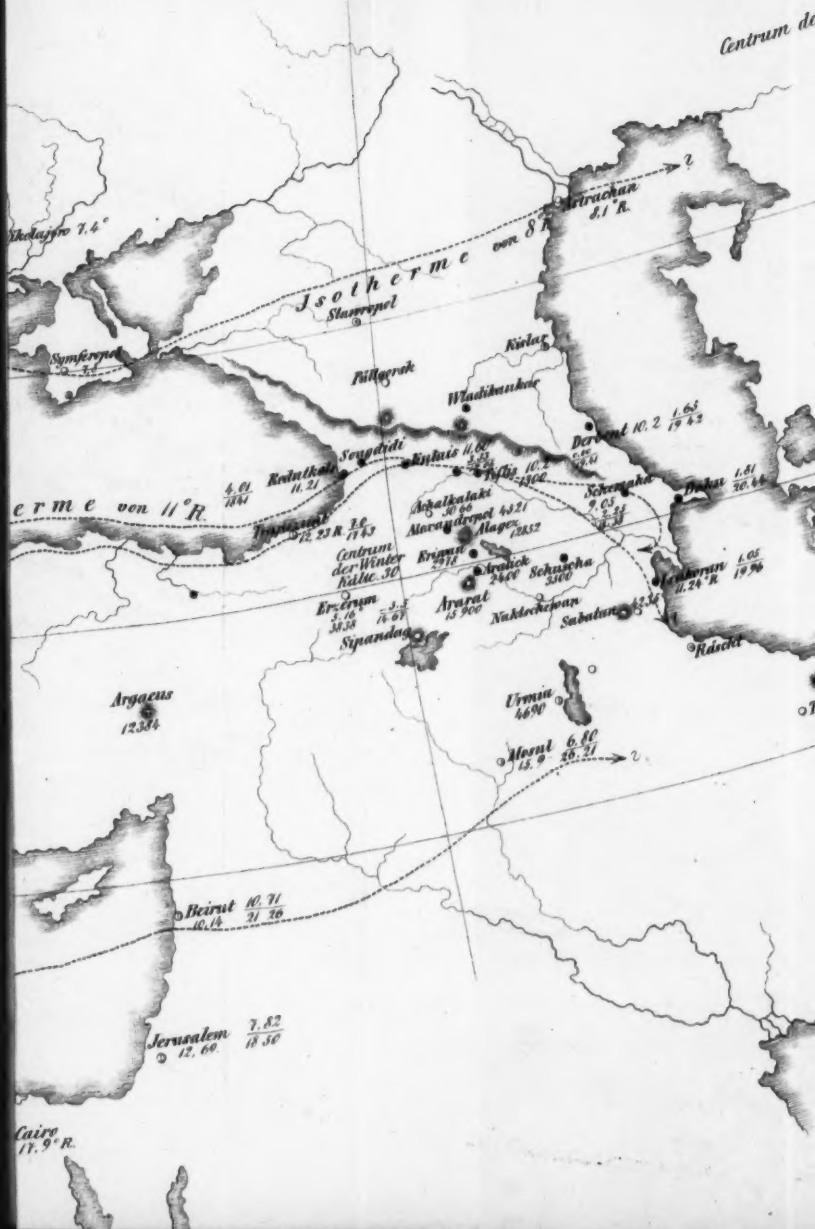
*Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 80. St. 4.*

# SKIZZE

zu einer klimatologischen Karte  
des kaukasischen Jsthmus.









n der excessiven Winterkälte



- An diesen Orten sind meteorologische Stationen bereits errichtet.
- ① An diesen Orten sind meteorologische Stationen projectirt.
- ② Sind die Orte der von den Americanischen Missionaren in Klein-Asien errichteten meteorologischen Stationen: Erzerum, Urmia, Bebeck, Brussa, Tripurunt, Smyrna, Mosul, Beirut.